



## Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter

**– en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning**

*Development of a GIS-tool for selection of sites for prescribed burning*

*– A study conducted on the forest owned by the company SCA in the province of Medelpad in Sweden*



**Mikael Öhman**





# Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:10

## Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter

**– en studie genomförd på SCA-skogs marker inom  
Medelpads skogsförvaltning**

*Development of a GIS-tool for selection of sites for prescribed burning*

*– A study conducted on the forest owned by the company SCA in the province of  
Medelpad in Sweden*

**Mikael Öhman**

### Nyckelord / *Keywords:*

Naturvårdsbränning, hyggesbränning, bränning, GIS, planering, förberedelser /  
*Prescribed burning, controlled burning, GIS, planning, preparations*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2012

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0706, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor:* Anders Granström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Examinator / *Examiner:* Johnny Schimmel

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

## Förord

Denna studie utfördes som ett 30 poängs examensarbete under sommaren och hösten 2011 under Jägmästarutbildningens femte år på SLU i Umeå. Studien undersökte möjligheter att använda geografiskt informations system (GIS) för att underlätta vid val av bränningstrakter. Studien genomfördes i samarbete med SCA Skog, som också var markvärd. Huvudhandledare vid SLU i Umeå var Anders Granström och biträdande handledare var Jonas Bohlin. Extern handledare på SCA Skog var Tomas Rydkvist, som bidragit med många värdefulla kommentarer och infallsvinklar.

Jag vill tacka SCA Skog som gav mig möjligheten och det ekonomiska stödet att genomföra detta examensarbete. Jag vill också tacka all personal på SCA Skog som hjälpt mig och engagerat sig under arbetets olika faser. Arbetet hade heller inte kunnat genomföras utan hjälp av Anders Pettersson vid Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU i Umeå. Jag vill även speciellt tacka min handledare eldssjälén Anders Granström för sitt intensiva engagemang och glöd.

Följande personer har bidragit med betydande hjälp i skapandet av GIS-modellen:

Mats Högström vid Inst. för skoglig resurshushållning, Ulf Hallin vid SCA Skog, Jonas Bohlin vid Inst. för skoglig resurshushållning, Andreas Garpebring vid Länsstyrelsen i Västerbotten, Andreas Karlberg vid Länsstyrelsen i Västernorrland och David Rönnblom vid Holmen Skog.

Jag vill även tacka professor Jun Yu vid Institutionen för skogsekonomi, Biostochastics, SLU samt Henrik Larsson och Ola Kårén vid SCA Skog för hjälp med fältinventeringens upplägg samt analysen av fältinventeringens data.

Umeå 20 januari 2012

Mikael Öhman

## Sammanfattning

Skogen i Sverige brinner idag inte alls lika ofta som tidigare. Detta har lett till att många brandgynnade och brandberoende arter riskerar att försvinna. För att motverka detta har naturvårdsbränningar på skogsmark blivit allt vanligare under 2000-talet. Hälften av all skog i Sverige är certifierad enligt Forest Stewardship Council (FSC) vilket innebär att många stora skogsägare har ett krav att bränna en areal som motsvarar fem procent av den årliga avverkningsarealen. Flera av de större skogsföretagen har idag svårt eller delvis svårt att nå upp till detta mål. Naturvårdsbränningar har genomförts sedan början av 1990 och arealen naturvårdsbränd skogsmark har sedan dess ökat kraftigt. Bra och beprövade metoder för utförandet av bränning har delvis funnits sedan långt tillbaka, då främst från femtiotalets omfattande hyggesbränningar. Men den långsiktiga planeringen inför naturvårdsbränningar är idag ofta dålig. Exempelvis sker planeringen inför naturvårdsbränning av ett hygge ofta först efter att trakten avverkats. Det finns många fördelar med att redan innan traktplanering inför t.ex. avverkning kunna förbereda och planera det kommande hygget eller beståndet för bränning. Genom att med framförhållning kunna selektera avdelningar som är lämpliga för bränning kan ytterligare planering och åtgärder göra framtida trakter ännu bättre för bränning, samtidigt som färre avdelningar missas eller planeras och behandlas på ett sådant sätt att bränning försvåras eller omöjliggörs. Kostnaden och tidsåtgången för bränningen minskas även genom tidig selektering. Säkerheten för bränningsmanskaper kan förbättras och risken för okontrollerad spridning av eld kan också minskas. Syftet med detta examensarbete var att utveckla ett verktyg som med hjälp av GIS redan på planeringsstadiet innan ex. planering inför avverkning skulle kunna selektera avdelningar lämpliga för naturvårdsbränning. Verktöget byggdes i ModelBuilder i ArcMap 10. Efter att verktöget skapats provades det på företaget SCA Skogs avdelningar planerade för traktplanering i den så kallade långsiktplaneringen (LSP:n) under 2011-2014 på Medelpads skogsförvaltning. Verktöget poängsatte avdelningar utifrån flera olika parametrar som med utgångspunkt i litteraturstudier och intervjupersoners erfarenheter ansågs viktiga för bränning. Några viktiga parametrar som användes var bland andra närhet till vatten, avgränsning av brandbarriärer och avstånd till med bil farbar väg. Efter att verktöget poängsatt samtliga avdelningar så valdes ett stickprov ut för att genom dessa kunna validera verktygets resultat. Dessa avdelningars lämplighet för naturvårdsbränning undersöktes och bedömdes sedan i fält. Slutligen gjordes en regressionsanalys mellan verktygets poäng och bedömt betyg i fält hos avdelningarna i stickprovet. Resultatet av verktygets poänggivning visade att de flesta avdelningar fick medelhöga poäng samtidigt som de avdelningar som fick riktigt höga poäng och låga poäng var betydligt färre. Verktögets träffsäkerhet jämfört med inventering i fält var mycket hög i den absolut högsta poängklassen d.v.s. de mest lämpliga avdelningarna för bränning, men sämre i de medelhöga poängklasserna. Totalt tog verktöget hänsyn till cirka 40 procent av vad en inventerare i fält tog hänsyn till enligt stickprovsinventeringen, men kunde alltså med mycket hög noggrannhet sortera ut de riktigt lämpliga avdelningarna för bränning även de riktigt dåliga. Under analysen av resultaten och under stickprovsinventeringen upptäcktes flera möjligheter till förbättringar av verktöget. Verktöget bedömdes kunna fungera bra som stöd vid selektion av avdelningar för framtida bränning tidigt i planeringsprocessen. Verktögets höga träffsäkerhet i den höga poängklassen bedömdes genom stickprovsinventeringen gälla ungefär 7 procent av antalet avdelningar i LSP:n vilket motsvarade cirka 5 procent av den totala arealen i SCA-skogs LSP för 2011-2014 på Medelpads skogsförvaltning.

## Abstract

Wildfires in Sweden are not as common as they were in the past. As a result of this many fire-dependent and fire-favored species in the forest is threatened. To be able to counteract this, an increasing number of controlled burnings has been executed in Sweden during the last decade. Today more than half of the forest area in Sweden is certified by the Forest Stewardship Council (FSC) and due to this many of the larger landowners in Sweden are compelled to burn an area corresponding to five percent of the annual harvest area. According to several of the biggest forest companies in Sweden today this goal is difficult or relatively difficult to achieve. The long-term planning of the controlled burnings executed today is often inferior. An example of this is the fact that the planning prior to the burning of some objects owned by big forest companies often is done after the object already has been harvested. There are several advantages knowing that the object is suitable for burning before starting to plan the harvest of the object. By knowing in advance that the object is suitable for burning the harvest can be carried out in a way that improves the object for future controlled burning even more, fewer suitable objects will also be missed. The time and cost to execute the burning will also be reduced by early selection, as will the risk for uncontrolled fire. The purpose of this thesis was to develop a planning tool that used Geographic Information System (GIS) to select desirable objects for controlled burning in a very early stage in the planning of silviculture operations, for example before the planning of the harvest is carried out. The tool was built in ModelBuilder in ArcMap 10. When the tool was created it was tested on the company SCA-Forests planned objects for harvest-planning in their forest administration area named Medelpad. The tool scored every object individually based on several important parameters based on literature study and the experience from interviewed people. Some of the parameters were: distance to water, limitation by fire-resistive boundaries and distance to road. After scoring all objects with the tool a sample of 50 objects out of 3262 was selected to validate the results. These objects were then visited and their suitability for controlled burning was judged and graded in to a four degree scale. Finally a regression analysis was performed on the sample between the scores given by the tool and the grade given by the inspector in field. The result given by the tool showed that most of the objects were assigned a medium score and the objects that obtained the really high and low scores were considerably fewer. The sample showed that the objects given the higher score by the tool also were given the highest grade in the field. The objects given medium scores by the tool were given more variable grades in the field. Thus the tool was most accurate in determining the really good and the really bad objects for controlled burnings. The tool explained approximately 40 percent of the grading done by a human inspector in field. However, the tool was very accurate in finding the really good and bad objects for controlled burning. During the analyses of these results several possible improvements of the tool was discovered. To conclude, the tool was estimated to be useful as a good support when selecting suitable objects for controlled burning early in the planning process. The objects that scored really high, and according to the sample was highly valid as desirable objects for controlled burning, corresponded to about 7 % of the number of objects scored by the tool and corresponded to about 5 % of the evaluated area.

# Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Material och metoder .....	3
Studieområde.....	3
Angreppssätt .....	3
Resultat.....	4
Modellutveckling.....	4
Val av avdelningar för värdering .....	4
Tillgång till vatten .....	6
Storlek och form .....	6
Barriärer .....	8
Avstånd till hus .....	10
Hotspots .....	10
Modell i Model Builder .....	11
Kalibrering av verktyget .....	11
Resultat av datorbearbetning .....	12
Validering av verktyget.....	14
Analys av insamlade data .....	18
Felkällor i verktygets modell .....	22
Resultat av validering .....	24
Diskussion.....	26
Förbättringar av GIS modellen .....	26
Förslag på ytterligare analyser .....	26
Verktygets aktualitet .....	27
Slutsatser .....	28
Litteraturförteckning .....	29
Tryckta källor .....	29
Elektroniska källor .....	30
Muntliga källor .....	30
Bilagor.....	1
Bilaga 1, Checklista för fältinventering.....	1
Bilaga 2, Inventerade avdelningar .....	1
Bilaga 3, GIS-modellens olika delar .....	1



## Inledning

Så sent som för 150 år sedan brann i medeltal cirka 1 procent av skogsarealen i norra Sverige årligen. Idag ligger siffran på under 0,016 procent (Nilson 2005). Naturvårdsbränningar har blivit en allt vanligare naturvårdsåtgärd inom skogsbruket under de senaste åren. Att bränna marken anses i dag vara ett av de viktigaste redskapen för att bevara den biologiska mångfalden och kan därför förväntas öka påtagligt. Cirka 40 insektarter och 50 svamparter är beroende av brand för att existera och ytterligare 100 arter är gynnade av brand (Nilson 2005). Åtgärdsprogrammet för bevarande av brandinsekter i boreal skog (Wikars 2006) påtalar exempelvis att mer skog måste brännas för att nödvändig livsmiljö för de hotade arterna ska kunna skapas. De första naturvårdsbränningarna i Sverige utfördes i början av 1990-talet, men det är i dagsläget oklart hur många hektar Forest Stewardship Council (FSC) certifierad mark som bränns i Sverige (H. Berglund på FSC-Sverige, personlig kommunikation). Enligt Wikars (2006) brändes det år 2006 mellan 2000 och 3000 hektar inom det miljöcertifierade skogsbruket i Sverige. I den nu gällande FSC-standarden (Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF – indikatorer) kan man i kriterium 6.3.12 läsa följande:

”Större skogsbrukare ska genomföra alla rimliga åtgärder för att bränna en areal motsvarande minst 5 procent av föryngringsarealen på torr och frisk mark under en femårsperiod. Avverkning och bränning ska planeras så att brandgynnade arter främjas och att näringsurlakning direkt ut i vattendrag minimeras” (Anon, 2010, sid. 36)

Idag är alla större skogsägare i Sverige certifierade genom bland andra FSC. Enligt FSC:s hemsida är i dagslägget ungefär hälften av all produktiv skogsmark i Sverige certifierad genom FSC, totalt cirka 11 miljoner hektar.

När en naturvårdsbränning ska utföras är objektets beskaffenhet av stor betydelse för resultatet av bränningen, kostnaden och inte minst säkerheten. I dagslägget väljs ofta objekt ut för bränning av personen som gör traktplanering eller avverkningsuppföljning och som har kunskap och erfarenhet av bränning och därför upptäcker lämpliga objekt. Kunskapen kan ofta vara utifrån ett eget intresse då erfarenhet och kunskap om bränning inte alltid finns hos personerna som planerar och följer upp avverkningar och andra åtgärder. Detta leder till att inte alla för bränning lämpliga avdelningar uppmärksammas. Det en kunnig planerare med erfarenhet av bränning först tittar på när han eller hon bedömer om t.ex. en avverknings- eller naturvårdstrakt är lämplig för bränning är bland annat om objektet har naturliga brandbarriärer, tillgång till kontinuerligt vatten, lämplig storlek och form men även beståndstyp. Vegetation på eventuella myrar som kan tänkas vara barriärer är också en viktig sak att kontrollera. Att manuellt gå igenom samtliga avdelningar inom ett företags skogsinnehav för att se vilka som kan vara lämpliga för bränning inom en snar framtid skulle vara mycket tidskrävande. Flera författare poängterar det viktiga i att anpassa hygget för bränning redan vid avverkningsplaneringen bl.a. Weslien (1996). Men även längre tillbaka, då Häggström (1967) nämner vikten av förberedelser. Den erkände bränningsexperten Joel Wretlind skriver redan 1944 angående det han benämnde ”nordsvensk hyggesbränning”:

”Där dylik hyggesbränning avses, bör fördenskull hänsyn till hyggesbränningen tagas redan vid hyggesutläggningen.” (Wretlind 1944, sid. 4)

Genom att tidigt i planeringsprocessen hitta objekt som kan vara lämpliga för bränning ges möjlighet till att förbättra planeringen av utförandet av den för objektet aktuella åtgärden. På detta sätt kan objektet förutsättningar för bränningen förbättras ytterligare och samtidigt kan åtgärder som försämra förutsättningarna för bränning undvikas. Förbättringar av objekt kan uppnås genom att till exempel vid avverkning göra bland annat följande enligt Wretlind (1948) och Weslien (1996), samt enligt A. Granströms, T. Rydkvists och D. Rönnbloms erfarenheter (personlig kommunikation): Räta ut gränser, undvika eventuella tarmar, anpassa gränser efter naturliga brandbarriärer. Fälla träden inåt från objektets gräns och inte lämna ris vid gränsen. Förbereda brandgata genom att noga rensa gränsen från övrigt bränsle. Koordinera och planera skapandet av eventuella mineraljordssträngar då de är fullt effektiva i minst två år enligt Häggström (1967). Välja ut eventuella brandsäkra fröträd och städa bort bränsle fem meter runt de eventuella fröträden, fälla redan torra stående träd nära gränsen för att bland annat minska risken för eftersläckningsmanskapet. Sist men inte minst lämna kvar önskad volym av rätt träddarter i rätt dimensioner som är rätt placerade utifrån tänkta naturvårdsmål med objektet.

Vissa av de större skogsföretagen i Sverige har uppfattningen att det är svårt, eller periodvis svårt att nå upp till FSC:s mål i kriterium 6.3.12. det vill säga att bränna 5 procent av den årliga avverkningsarealen. Ovan nämnda förhållanden gör att planeringen och utförandet av naturvårdsbränningar på många företag i olika delar av Sverige skulle kunna göras effektivare, säkrare och billigare genom en bättre och mer långsiktig planeringsrutin.

Därför finns det idag ett behov av att utveckla ett GIS-verktyg som underlättar och ger stöd vid val av bränningstrakter på lång sikt. Det finns i dagsläget inget känt GIS-verktyg som används som stöd vid val av bränningstrakter. De mest näraliggande GIS-applikationerna rör vägbyggnationer. SkogForsk har tagit fram ett datorprogram som med hjälp av GIS ger förslag på områden som behöver skogsbilväg och beräknar lönsamheten för olika vägdragningsalternativ. Programmet har en metodik där användarens egna förutsättningar anges för programmet (Bergström & Walter 2000). Liknade eller besläktade GIS-verktyg för stöd vid vägdragnings i terräng och selektion av väg-nära bestånd har gjorts av bl.a. Thörnevall (2007) och Hagström (2005).

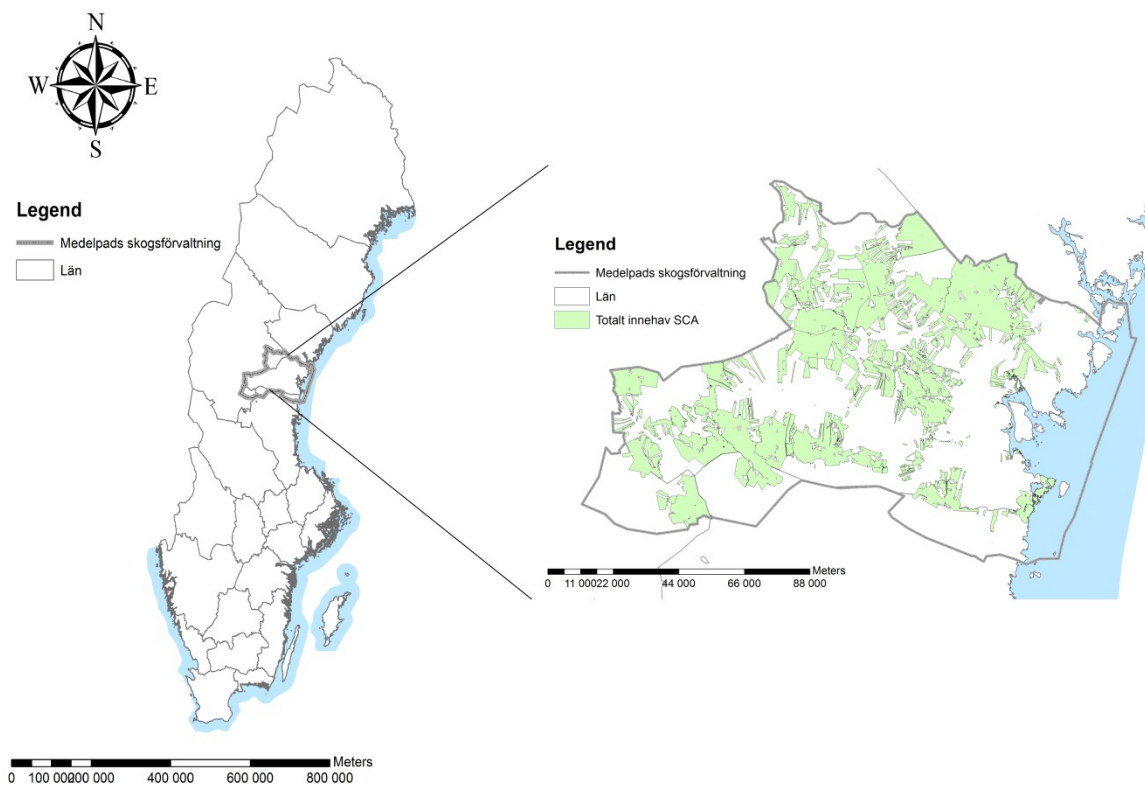
Målet med detta examensarbete är att utveckla och utvärdera ett GIS-verktyg för att förbättra och underlätta urvalsprocessen och förberedelserna för bränning genom att tidigt ge ett underlag för urval av avdelningar som lämpar sig för bränning. Med hjälp av detta verktyg kan man sedan innan traktplanering och eventuell avverkning påverka den slutliga operativa planeringen. Verktöget kan därigenom tidigt i processen finna lämpliga avdelningar, ge möjlighet att planera och att anpassa det slutliga objektet inför bränningen.

## Material och metoder

Den information och data som har använts i detta arbete har fyra olika ursprung; litteratur, intervjuer, geografisk information och data insamlade i fält.

### Studieområde

Studien genomfördes med utgångspunkt i SCA Skogs LSP för åren 2011 till 2014, för avverkningar med och utan fröträd. Verktöget arbetade med de avdelningar som utvalts för traktplanering inför avverkning inom Medelpads skogsförvaltning. Förvaltningen sträcker sig över södra delen av Västernorrlands län samt norra delen av Gävleborgs och östra delen av Jämtlands län. Totalt täcker förvaltningen cirka 414 000 hektar (ha) land varav cirka 346 000 ha är produktiv skogsmark (figur 1).



Figur 1. SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning markerad med tjock grå gräns och SCAs totala markinnehav i Medelpads skogsförvaltning markerat med grönt i förstoring. Sveriges olika län och kustlinjer från Lantmäteriverket som bakgrund. © Lantmäteriet, I2011/0032.

### Angreppssätt

För att kunna hitta avdelningar som är eller kan komma att bli passande för hyggesbränning så byggdes en GIS-modell i ModelBuilder i ArcMap 10 med samtliga tillägg installerade. Modellen skulle söka ut områden som är enkla, säkra och rationella att bränna. I modellen byggdes även en valbar funktion för närhet till områden med sannolik artförekomst av vissa pyrofila (brandberoende) insektsarter in, som kan användas när modellen söker efter lämpliga områden.

## Resultat

### Modellutveckling

Den GIS-modell som ligger bakom verktyget poängsätter varje avdelning individuellt, och ju högre poäng desto bättre är avdelningen för bränning. Valet att jobba med en flytande poängskala istället för t.ex. utsorteringar av avdelningar gjordes för att avdelningar med flera bra förutsättningar inte skulle sorteras bort helt ur urvalet på grund av en enskild negativ faktor, exempelvis storlek. Storleken är i många fall möjlig att påverka eftersom verktyget ska jobba med planeringsunderlaget för framtida traktplaneringar. Modellen ansågs bli mer flexibel och användbar med detta tillvägagångssätt.

I poängsättningsprocessen transformerades alla geografiska datalager till rasterformat (pixlar) som poängsattes beroende på hur den aktuella användaren anser att just de aktuella parametrarna påverkar bränningsförhållandena. Dessa rasterlager som ligger "ovanpå varandra" summeras pixelvis och slutligen så beräknas ett medelvärde baserat på alla pixlar inom de avdelningar som man vill poängsätta. De geografiska datalagren som beskriver olika avdelningar och förhållanden som ansågs viktiga för bränning, och samtidigt var möjliga att uppbringa i dataformat med god kvalitet, kallas fortsättningsvis parametrar i modellens poängsättningsprocess. För mer information om de olika parametrarna se tabell 1. Vid skapandet av modellen så valdes storleken på rastren till som minst 10 x 10 meter, med tanke på den datorkapacitet som var tillgänglig.

De parametrar som valdes för att användas i modellen var efter samråd med T. Rydkvist, D. Rönnblom och A. Granström (personlig kommunikation) följande: tillgång till vatten, avstånd till väg, storlek på avdelningen, form på avdelningen, angränsning av positiva och negativa barriärer, avstånd till hus, avstånd till äldre brännor och alternativt avstånd till biologiska hotspots, det vill säga områden med fynd av pyrofila arter.

Tabell 1. Sammanfattning av den geografiska information som användes av verktygets GIS-modell

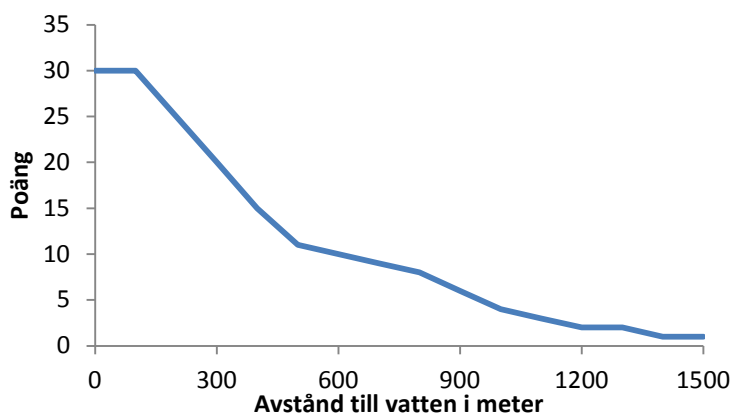
<b>Parametrar</b>	<b>Källa och år</b>	<b>Data typ, upplösning</b>	<b>Förklaring</b>
Hav och sjöar	LMV, 2005-2009	SDE Feature Class 1:250000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\GeneralMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Kustlinjer.lyr
Hydrografi	LMV, 2005-2009	SDE Feature Class 1:100 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Hydrografi.lyr
Vatten	LMV, 2005-2009	SDE Feature Class 1:100 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Vatten.lyr
Vattendrag	LMV, 2005-2009	SDE Feature Class 1:250000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\GeneralMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Vattendrag.lyr
Vattendrag	SCA-skog, 2011	Shapefile	SCA:s registrerade vattendrag i Medelpads skogsförvaltning.
Sumpskogar	Skogsstyrelsen, 2000-2005	Shapefile	Inventerat 1990-1998, inventerade avdelningar ner till storlek < än 3-4 hektar.
Myrar	LMV, 2004	SDE Feature Class 25m Pixlar	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\LandAndVegetationCover\Generalized\2004\LayerFiles\Rt90\Swe\GSD-Marktäckedata generaliserat yta.lyr
Järnvägar	LMV, GSD, Översiktskartan, 2005-2009	SDE Feature Class 1:50 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Järnvägar.lyr
Kraftledningar	LMV, 2005-2009	SDE Feature Class 1:50 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Kraftledningar.lyr
Berg i dagen	LMV, 2004	SDE Feature Class 1:100 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\LandAndVegetationCover\Generalized\2004\LayerFiles\Rt90\Swe\GSD-Marktäckedata generaliserat yta.lyr
Vägar	LMV, 2001-2009	SDE Feature Class 1:100 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Vägar.lyr
Vägar	SCA-skog, 2011	Shapefile	SCA:s registrerade vägar.
Hus	LMV, 2001-2009	SDE Feature Class 1:100 000	\\gis.slu.se\gisdata\Lmv\RoadMap\2009\LayerFiles\Sweref99\Bebyggelsesymboler.lyr
Brandpräglade Naturreservat	Länsstyrelsen Västernorrland, 2011	Shapefile	Naturreservat med föreslagen bränning.
Inventerade bränningar och skogsbränder	Länsstyrelsen Västernorrland, 2004	Shapefile	Inventering av tallkapuschongbaggar i södra norrland, 2004. Petter Bohman, Lars-Ove Wikars & Tomas Rydkvist.
Bränningar och bränder på SCA Skogs mark.	SCA-skog, 2010	Shapefile	Naturvårdsbränder och skogsbränder från 1967 till 2010.
LSP120	SCA-skog, 2011	Shapefile	SCA:s långtidsplanering för förnyingsavverkning under 2011-2014, med eller utan fröträd.

## Val av avdelningar för värdering

Vid planeringen av arbetet tillsammans med SCA Skog bestämdes att alla avdelningar inom Medelpads skogsförvaltning planerade för traktplanering år 2011-2014 skulle poängsättas med verktyget. Långtidsplaneringen för 2011-2014 bestod av 3590 avdelningar i form av polygoner som ska traktplaneras för slutavverkning med eller utan fröträd. Alla små polygoner under 1,5 hektar valdes bort då dessa troligen till största del är felritningar och inte riktiga avdelningar, 1,5 ha valdes som gräns i samråd med H. Larsson (personlig kommunikation) då företagets rekommendation är att ingen avdelning ska göras mindre än 1,5 ha.

## Tillgång till vatten

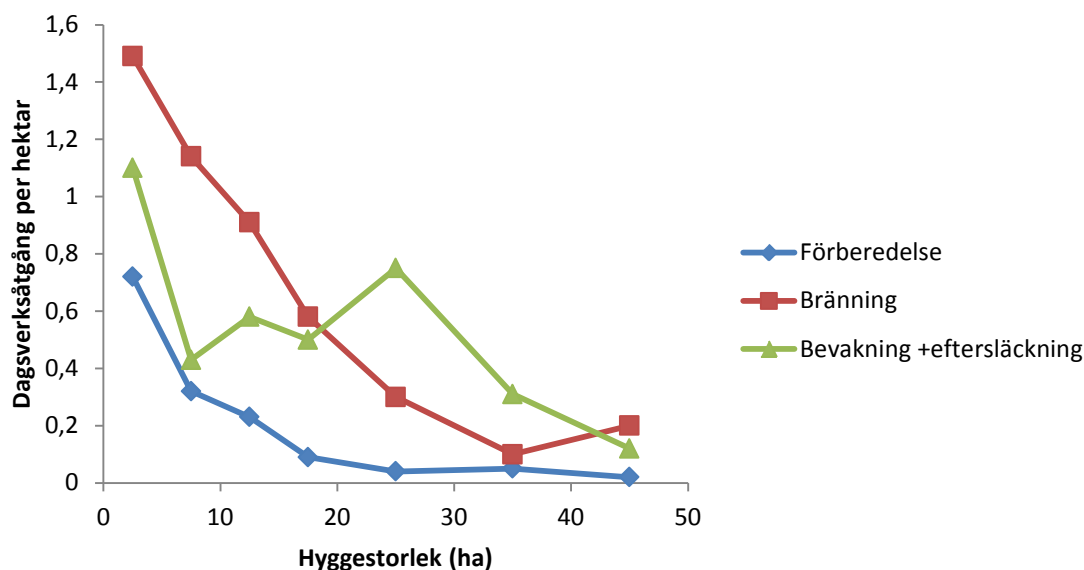
Alla storleksklasser av vattendrag, hav och sjöar i Lantmäteriverkets (LMV) översiktskarta och SCA:s registrerade vattendrag togs med i analysen. Motiveringen till detta grova urval var att även ett mycket litet vattendrag kan tillgodose vattenbehovet vid naturvårdsbränning. Kravet på vattenflödet är omkring 200 liter i minuten (A. Granström, personlig kommunikation) vilket motsvarar en bäck med bredd och djup på 18 centimeter och en flödes hastighet (yt-hastighet) på runt en decimeter per sekund. Skulle detta inte uppnås vid bränningstillfället så kan vattendraget enkelt dämmas kort tid innan bränning så att en vattenreservoar bildas, vilket är ett enkelt och fungerade tillvägagångssätt (T. Rydkvist, personlig kommunikation). Alltså är det huvudsakliga kravet att det ska finnas ett flöde, men storleken är inte så viktig. Ett poängindex för avståndet från avdelningar till vatten skapades (figur 2). Indexet skapades för att beskriva avståndets betydelse vid bränning i samråd med T. Rydkvist, D. Rönblom och A. Granström (personlig kommunikation). Indexet låg sedan till grund för GIS-modellens vägning av parametern på pixelnivå.



Figur 2. Uppskattning i poäng av betydelsen av avståndet i meter från avdelningen till vatten.

## Storlek och form

Storleken på bränningsobjekten påverkar i stor utsträckning kostnaden för bränningen (Wretling 1944). En undersökning gjord av SkogForsk under åren 1996 och 1997 studerade ett femtiotal bränningar på totalt cirka 640 ha (Westerberg 1997). Undersökningen pekar på kraftigt ökande kostnader för objekt mindre än cirka 7 ha (figur 3).



Figur 3. Sambandet mellan dagsverksåtgång per hektar och storlek på hygget. Blå linje visar förberedelse inför bränning, röd linje visar bränning och grön linje visar bevakning och eftersläckning efter bränning. Linjediagrammet är baserat på medelvärden redovisade av Westerberg (1997).

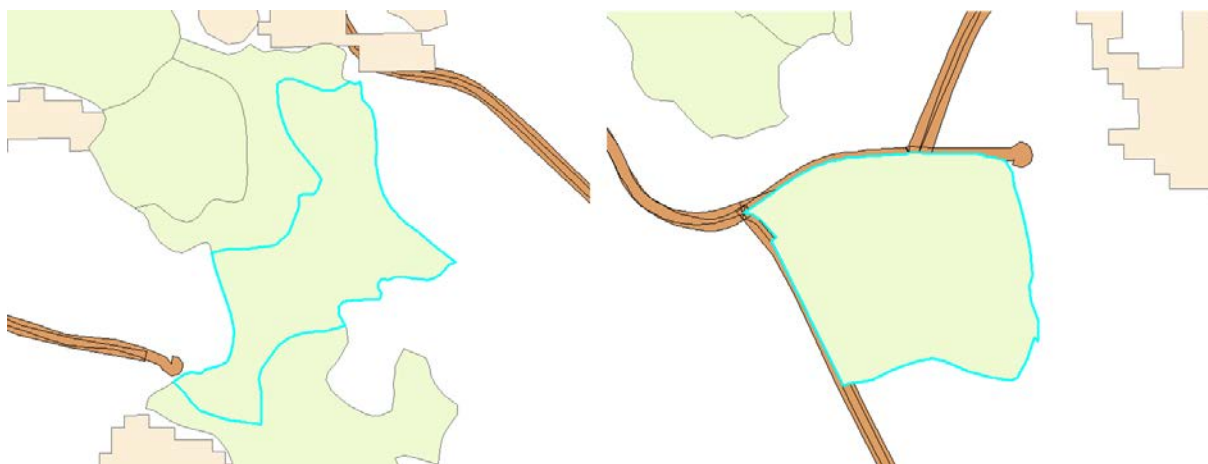
Storleken påverkar också säkerheten då ett allt för stort hygge kan vara svår att hinna klart under en arbetsdag vilket leder till stora risker då man aldrig kan vara säker på vilken vind etc. man får nästa dag (Wretling 1944). Enligt D. Rönnblom (personlig kommunikation) så är det dock möjligt att bränna mycket stora avdelningar, upp till 100 ha, på en dag med hjälp av helikopter. Helikopterbränning är dock enligt David Rönnblom dyrare än vanlig bränning med fotfolk och med tanke på ekonomiska faktorer bör man enligt honom ej bränna större avdelningar än 45-50 ha. Baserat på att avdelningarna efter poängsättning med verktyget ska kunna justeras innan behandling (exempelvis slås ihop eller delas) så gavs storleken bara en svag vikt i modellens poängsättningsprocess. Tröskelvärden för poängsättningen som utarbetades tillsammans med redan nämnda personer visas i tabell 2.

Tabell 2. Tröskelvärden för GIS-modellen vid poängsättning av storleksrastret

Storlek (ha)	Poäng
3,93	0
6,71	0
9,49	0
12,50	0
16,20	1
21,52	2
28,70	3
43,05	3
69,02	3

Avdelningens form bedömdes som mindre viktig då ett av verktygets syften är att hitta lämpliga avdelningar för bränning innan dessa avverksats eller på annat sätt påverkats. Därigenom kan ofta formen på det slutgiltiga objektet till stor del påverkas. En väldigt flikig eller avlång avdelning fick

däremot ett lägre poäng i modellen då dessa avdelningars form inte bedömdes kunna åtgärdas på ett enkelt sätt (T. Rydkvist, personlig kommunikation). I modellen har avdelningarnas form beskrivits genom att arean för varje avdelning delats med omkretsen (figur 4). Tröskelvärden för poängsättningen av area/omkrets värdet skapades sedan (tabell 3).



Figur 4. Två exempel på avdelningar markerade med turkos gräns, avdelningen till vänster har ett area/omkrets värde på 58 och avdelningen till höger 91, bägge avdelningarna är cirka 13 ha.

Tabell 3. Tröskelvärden för area/omkrets värdet för poängsättning i modellen

Area/omkrets ( $m^2/m$ )	Poäng
0-25	0
25 - 33	1
33 - 41	1
41 - 50	1
50 - 60	1
60 - 72	2
72 - 86	2
86 - 104	3
104 - 134	3

### Barriärer

Kostnaden per ha för skogsbränning är starkt beroende av gränsernas egenskaper (Wretlind 1944). De parametrar som valdes in i modellen för verktyget var: Närhet till naturligt eldsäkra barriärer eller områden, närhet till brandfarliga områden och närhet till gynnsamma områden för att bygga barriärer.

Som eldsäkra barriärer valdes enligt Wretlind (1944) och i samråd med T. Rydkvist och A. Granström (personlig kommunikation) allt vatten, det vill säga hav, sjöar och alla vattendrag. Dessutom alla myrar (myrar med öppen vattenyta gavs dock högre poäng). Likaså sumpskog och alla typer av bilvägar.



Alla vattendrag togs med då även mycket små vattendrag kan fungera som barriär. Fuktmossor som vanligen finns i anslutning till öppet vatten är också viktiga. Små bäckar måste dock vara vattenförande, vilket en erfaren brännare ibland kan se redan på kartstadiet, men ofta måste besök i fält göras för en korrekt bedömning (D. Rönnblom, personlig kommunikation). Baserat på detta så togs alla storlekar av vattendrag med för att inte bra avdelningar som har säker kontinuerlig vattentillgång genom små men säkra bäckar skulle underskattas. För att avdelningar med speciellt bra vattenbarriärer, exempelvis halvöar eller öar, skulle få högre poäng så fick avdelningar som hade minst 25 x 25 meter öppen vattenyta som barriär extra poäng i modellen. I LMV:s Svenskt Marktäcke Data (SMD) så finns blöt myr med vattenyta och vanlig myr med. Bägge dessa fick ingå då även de torrare myrarna med små medel oftast går att göra till barriärer, om de inte är det från början. Vissa typer av myrar med brandfarlig vegetation som exempelvis ljung gick inte att sortera ut med dagens kartdata, vilket hade varit att föredra. Skogsstyrelsens datalager med sumpskogar togs också med då dessa områden enligt erfarenhet fungerar bra som barriärer (D. Rönnblom och T. Rydkvist, personlig kommunikation). Sumpskogar definieras av Skogsstyrelsen som bland annat: Fuktig trädbärande mark där minst 50 procent av bottenkiktet utgörs av fuktighetskrävande arter (Rudqvist 1999).

Som negativa barriärer valdes äldre bränningar (speciellt svaga bränningar), områden med berg i dagen, högspänningsledning och järnvägar enligt Wretlind (1944), (T. Rydkvist, D. Rönnblom och A. Granström, personlig kommunikation).

Med äldre svaga bränningar menas områden som bränts eller brunnit oavsiktligt och där branden har haft låg intensitet vilket har lett till att området har mycket bränsle kvar som lätt torkar upp och som under så lång tid som 10 år efter bränning lätt "brinner om" (Wretlind 1944). Dessa svaga bränningar är därför särskilt problematiska. Även normalhårt brända områden är problematiska om de ligger för nära. Risken är stor att glödande och brinnande material som landar på den tidigare avbrända ytan leder till svårsläckt glöbrand. De data som användes var från Länsstyrelsen i Västernorrland, och hade tagits fram under arbetet med en inventeringsrapport som heter "Inventering av tallkapuschongbaggar i södra Norrland" (Bohman m.fl. 2004). Inventeringen gällde kända bränningar hos de stora skogsbolagen och skogsbränder registrerade av Räddningsverket (nuvarande myndigheten för samhällsskydd och beredskap), totalt 154 inventerade objekt som brunnit mellan 1993-2003. Där redovisas bland annat brandens hårdhet. I modellen användes alla brända områden som klassats som "svag brand" och som definierades av Bohman m.fl. (2004) på följande sätt:

"Fältskiktet är till stora delar opåverkat. Arter som skogsmossor, blåbärsris och kruståtel dominerar. Inga mineraljordsfläckar" (sid. 14.)

Skyddszonen runt äldre brännor bör enligt Wretlind (1944) vara 100 meter och bränningar alldeles kant i kant bör undvikas enligt T. Rydkvist (personlig kommunikation). Baserat på detta valdes att modellen skulle dra ner poängen om en avdelning låg 50 meter eller närmare från äldre bränna oavsett om branden varit hård eller svag. Närhet till svaga brännor drog dock ner poängen mer.

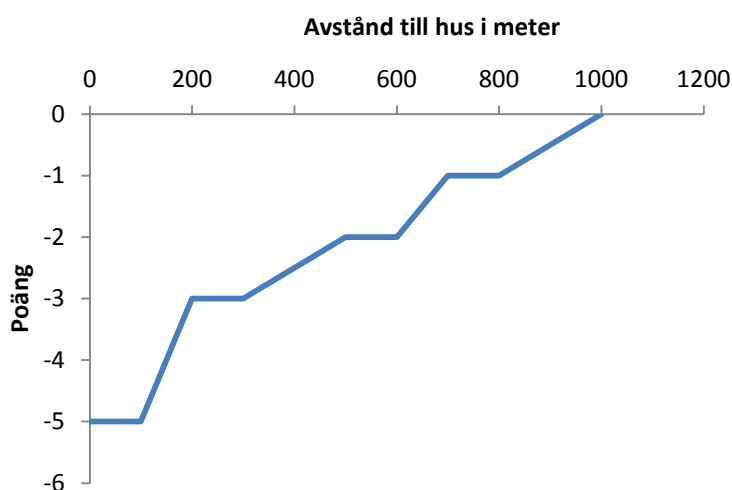
Berg i dagen bör också undvikas då det finns risk för svårsläckt pyrande eld mellan block på blockig mark (T. Rydkvist, personlig kommunikation). Även Wretlind (1944) anser att stenskravelland bör undvikas. De data som användes för att hitta blockrika områden är LMV:s SMD som definierar berg i dagen på följande sätt:

”Definition: Berg i dagen och blockmark där ytan saknar eller har sparsam högre vegetation men kan vara moss- eller lavklätt. Minsta redovisningsenhet är 1 ha i SMD. Förtydligande: Blockmark inkluderar rasbranter, blocksänkor, blockstränder. Om skog täcker >30% av ytan tillfaller den en skogsklass.” (LMV, Nomenklatur och klassdefinitioner SCMD-0001.bilaga 1 sid. 27).

Järnvägar lades in som negativ barriär då risk för personskada finns om den är elektrifierad, samt risk för pyrbrand i träslipers. En eventuell bränning kan också störa trafiken på järnvägen, vilket kan leda till skadeståndskrav.

### Avstånd till hus

Röken är ett problem som ibland är svår att göra något åt då vinden bestämmer riktning och spridningsförmågan för röken och inte går att förutspå. För att minska risken för att rökbelägga hus eller att gnistor landar på gårdsplan och tak så bestämdes efter diskussioner med D. Rönnblom, T. Rydkvist och A. Granström ett gradvis ökande poängavdrag för avdelningar som har kortare avstånd till hus än 1000 m (figur 5). När modellen hanterade avstånd t.ex. till hus så beräknas medelavståndet från hela avdelningen till hus. LMV:s Vägkarta användes av GIS-modellen för att hitta hus.



Figur 5. GIS-modellens poängindex för avstånd från avdelning till hus.

### Hotspots

I modellen konstruerades även en valbar funktion för närhet till biologiska hotspots, för att eventuellt kunna öka nyttan av bränningarna för de pyrofila arterna. Denna funktion ger avdelningar som ligger nära kända artförekomster av tallkapuschongbaggar, brandpräglade naturreservat och äldre brännor högre poäng. Genom att buffra kända förekomster av tallkapuschongbaggar (Bohman m fl. 2004) så skapades ett lager med överlappande förekomster vilket visade vilka områden som hade flest angränsande kärnområden med många artfynd. Tallkapuschongbaggaras förekomst

valdes som vägledning för biologiska hotspots delvis för att bra data fanns att tillgå och eftersom arterna enligt Bohman, m.fl. (2004) också signalerar att:

*”Det kan också anses som troligt att tallkapuschongbaggarnas kärnområden sammanfaller med övriga brandfaunans eventuella kärnområden genom att det troligen där har funnits en viss brandkontinuitet. Detta stärker ytterligare skälen att förlägga framtida bevarandeåtgärder för brandinsekter i just dessa regioner”*(sid. 31).

Det avstånd som valdes för att buffra artförekomsterna med var tio kilometer, efter samråd med Lars-Ove Wikars (personlig kommunikation) då han inte tror att ett spridningsavstånd på tio kilometer är orimligt även för de ytterligare nio rödlistade pyrofila insekterna som omfattas av Naturvårdsverkets åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog (Wikars 2006). Även alla av SCA Skogs registrerade bränder på deras eget markinnehav buffrades på samma sätt, men vägdes in med lägre poäng i modellen då artförekomster inte är inventerade. I samråd med A. Karlberg (personlig kommunikation) på Länsstyrelsen i Västernorrland valdes brandpräglade naturreservat i Västernorrland ut, och även de buffrades med tio kilometer för att i modellen skapa kärnområden med hjälp av överlappningar. När hotspotsfunktionen användes i verktyget så drog denna funktion ner de övriga parametrarnas påverkan något (tabell 4).

Tabell 4. Modellens olika parametrar som påverkar avdelningarnas slutliga poäng, samt parametrarnas poäng på pixelnivå och den maximalt procentuella inverkan på pixelnivå i modellen

Parametrar	Pixelpoäng	Maximal procentuell inverkan på pixel nivå när alla parametrar ger maxpoäng	
		Med hänsyn till hotspots	Utan hänsyn till hotspots
Barriärer	0-20	0,243	0,357
Avstånd till väg	0-6	0,073	0,107
Avstånd till vatten	0- 30	0,365	0,535
Avstånd till hus	0-, -5	-0,060	-0,089
Aggregering runt hotspots	0-26	0,317	
Negativa barriärer	0-, -1	-0,012	-0,017
Avdelningars form	0-3	0,036	0,053
Avdelningars storlek	0-3	0,036	0,053
Gräns mot sjö	0-3	0,036	0,053

### Modell i ModelBuilder

GIS-modellen byggdes i ModelBuilder som är ett verktyg i tilläggsprogrammet Spatial Analyst i Arc Map 10. Programmet gör det möjligt att köra en rad GIS-verktyg efter varandra i en följd istället för att använda varje verktyg för sig. Modellen samt samtliga använda verktyg visas i bilaga 3.

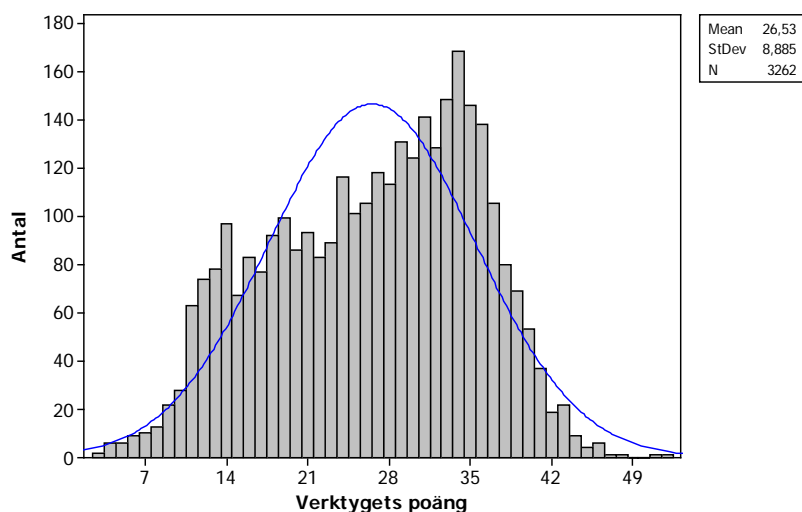
### Kalibrering av verktyget

Efter den första provkörningen av modellen valdes ett högre värde på barriärastret så att barriärernas maximala inverkan på pixelnivå när alla parametrar ger max poäng ökade från cirka 20 procent till 35 procent utan hänsyn till hotspots. Barriärernas inverkan på avdelningens slutliga

poäng ökades alltså innan den slutgiltiga körningen genomfördes. Detta gjordes då GIS-modellen i verktyget väl mycket favoriserade avdelningar som bara låg nära väg och vatten men saknade barriärer.

## Resultat av datorbearbetning

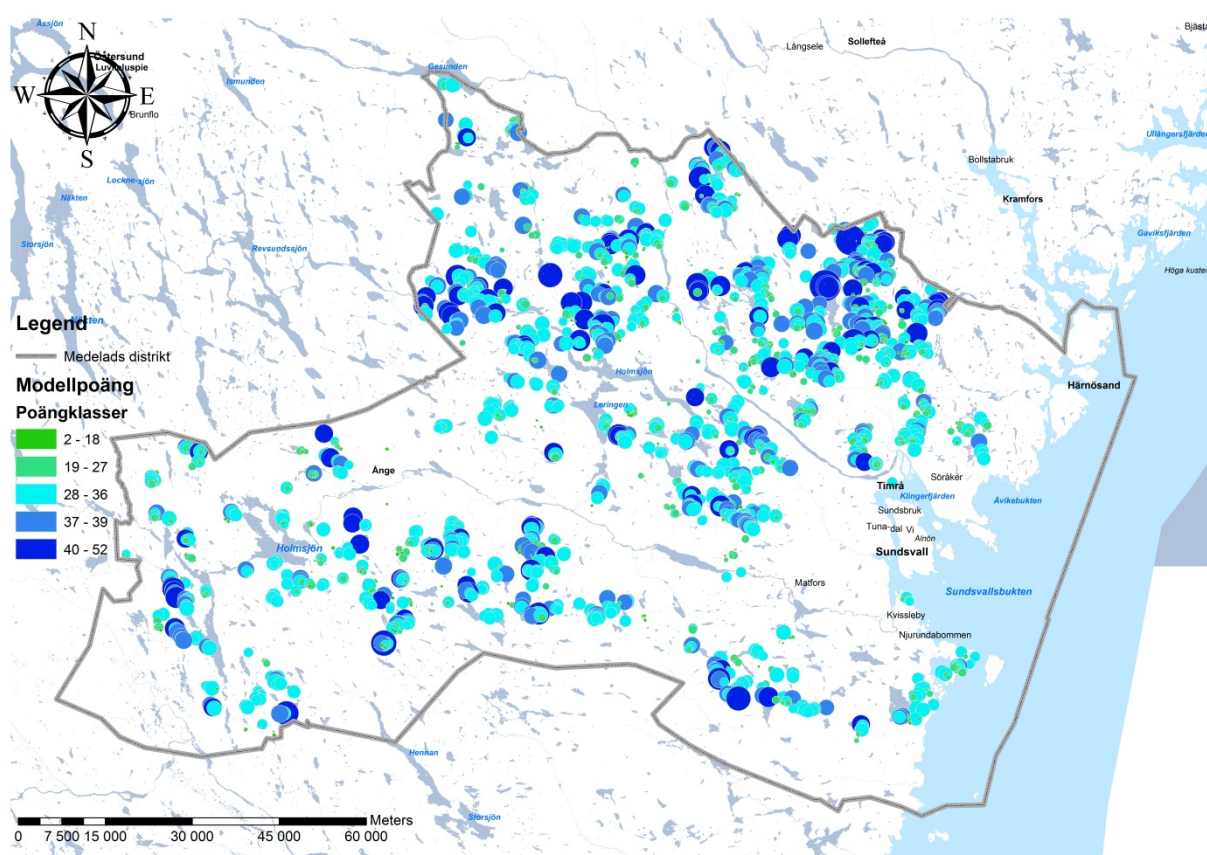
Resultatet efter slutgiltig körning med verktyget på Medelpads skogsförvaltnings LSP för 2011 till 2014 utan hänsyn till hotspots (figur 6, 7 och 8 samt tabell 5) visar ingen speciellt stark tendens att någon region skulle ha särskilt många avdelningar som lämpar sig för bränning, dock finns få eller inga avdelningar med höga poäng i kustområdet (figur 7). Detta var att vänta då SCA Skogsinnehav mestadels är koncentrerat till inlandet (figur 1). De allra flesta avdelningarna hamnar mellan 14 och 35 poäng, ganska få avdelningar hamnar i de riktigt höga klasserna (figur 6 och tabell 5). Medelpoängen skilde sig obetydligt för avdelningar i olika storleksklasser, men var högst för avdelningar större än 25 ha. I storleksklassen <5 ha fanns dock de avdelningar som hade allra högst poäng (figur 9).



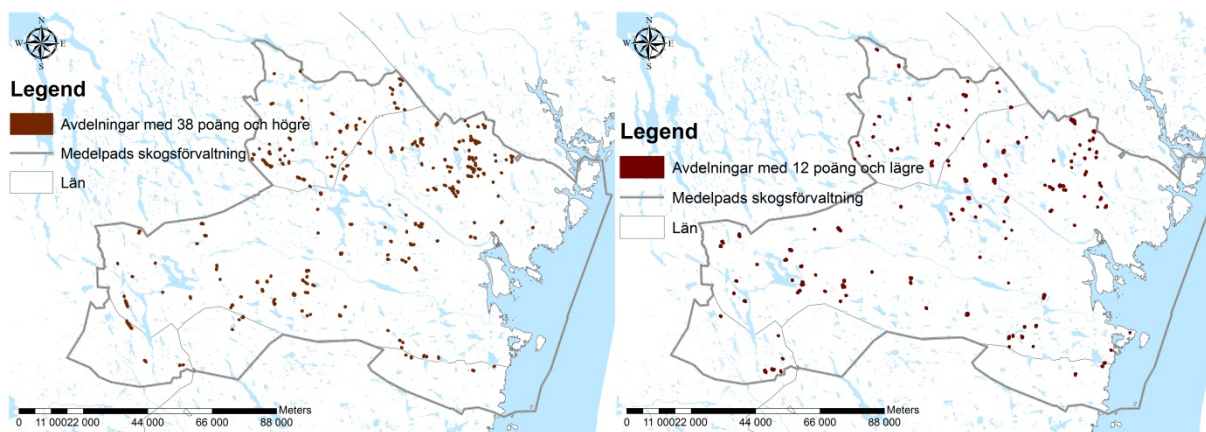
Figur 6. Antalet avdelningar i olika poängklasser efter körning av verktygets GIS-modell. Totalt 3262 avdelningar med poäng mellan 3 och 52 poäng. Den blå kurvan visar en normalfördelad population. Medelpoängen var 26,5 och standardavvikelsen från medelvärdet var 8,9 poäng.

Tabell 5. Arealfördelningen i poängklasserna efter körning med verktyget

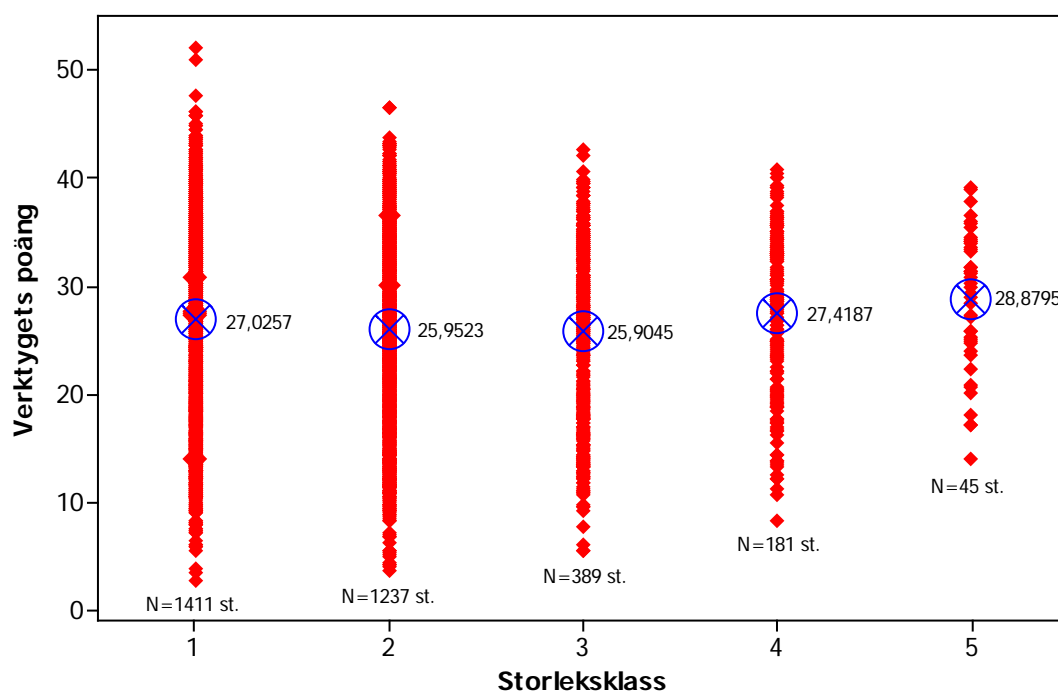
Hektar	Procent av total areal i LSP	Antal avdelningar	Poängklass	Klassbottnar poäng
1489,51	6,53	271	A	39
2340,12	10,27	349	B	36
8135,38	35,71	1086	C	27
6378,12	28,00	875	D	18
4433,80	19,46	682	E	0
<b>Totalt (ha)</b>		<b>(st.)</b>		
22776,93		3263		



Figur 7. Karta över alla de 3262 avdelningarnas poängfördelning enligt verktygets GIS-modell. Avdelningarna är uppdelade i fem poängklasser, buffrade efter poäng och överlappande, ju större desto högre poäng. Gröna avdelningar har lägre poäng och de blåa högre poäng. SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning markerad med grå gräns på Lantmäteriverkets översiktskarta i bakgrunden. © Lantmäteriet, I2011/0032.



Figur 8. I vänstra bilden avdelningar som har 38 poäng eller högre (266 stycken). Till höger avdelningar som har 12 poäng eller lägre (247 stycken). Resultat efter körning med verktyget på samtliga avdelningar i LSP:n för 2011-2014. Avdelningarna är buffrade för att synas. SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning markerad med grå gräns på Lantmäteriverkets översiktskarta i bakgrunden. © Lantmäteriet, I2011/0032.



Figur 9. Poäng per storleksklass för de 3262 olika avdelningarna. Storleksklass 1= 0 till 5 ha. Storleksklass 2= 5 till 10 ha. Storleksklass 3= 10 till 15 ha. Storleksklass 4= 15 till 25 ha. Storleksklass 5= 25 ha och större. Medelpoängen i klasserna markerade med blå kryss i cirkel. Antalet avdelningar i varje storleksklass är utskrivet i underkant av varje klass.

### Validering av verktyget

För att undersöka hur väl verktyget fungerade gjordes ett stickprov ur resultatet som inventerades i fält. För att förenkla inventering och bedömningen av verktyget så kördes det utan hotspot-funktion då dessa parametrar bedömdes vara svåra att bedöma i fält.

Antalet avdelningar som borde undersökas var efter samråd med Sören Holm (personlig kommunikation) cirka 40 -100st med tanke på tidsramen för detta arbete. Valideringen skedde sedan genom besök på varje avdelning i fält med stöd av flygbilder och kartmaterial. Totalt 50 avdelningar eller potentiella framtida hyggen slumpades ut. Dessa var jämt fördelade i alla olika valda poängklasser och storleksklasser.

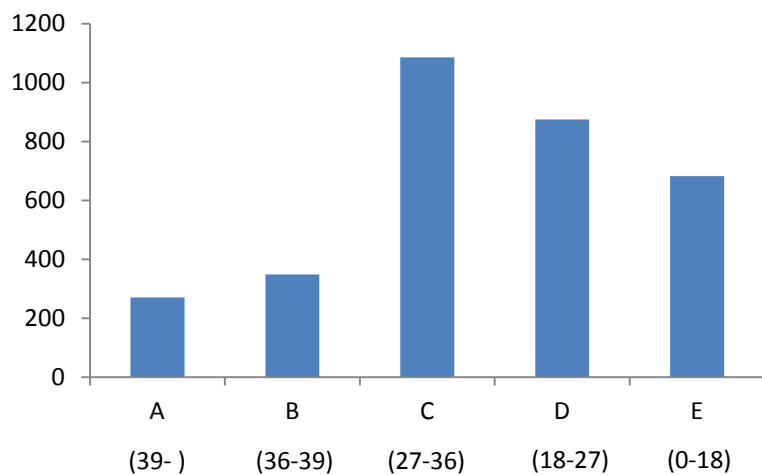
Polygonerna för stickprovsinventeringen valdes genom att samtliga poängsatta polygoner (avdelningar) i SCA Skogs LSP för Medelpads skogsförvaltning, totalt 3263 st. delades in i fem poängklasser och ytterligare fem storleksklasser i varje poängklass, totalt 25 underklasser. Ur varje underklass slumpades sex polygoner ut. Uppdelningen i klasser gjordes för att verktygets träffsäkerhet skulle undersökas i alla olika poängnivåer och i alla storleksnivåer, då ett helt slumpmässigt urval troligen skulle lett till att vissa mer förekommande poängnivåer och storlekar blivit starkt överrepresenterade, samtidigt som andra poängnivåer och storlekar blivit underrepresenterade eller inte undersökta alls. De utvalda polygonerna fick inte ligga närmare varandra än 1500 meter då terrängen annars på liknande sätt ansågs påverka polygonernas poäng i GIS-modellen i allt för stor utsträckning. Gränsen 1500 meter valdes då det är så långt ifrån ett vattendrag avdelningarna kan ligga och fortfarande få poäng för närhet till vattnet. Ökar man avståndet till 3000 meter skulle inga avdelningars poäng påverkas av samma gemensamma terräng men rent praktiskt blev det väldigt mödosamt att hitta 50 slumpavdelningar som uppfyllde detta kriterium, därför valdes 1500 meter som tillräckligt långt avstånd då påverkan blir drastiskt mindre med avståndet (figur 2). Det ansågs också vara av betydelse att polygonerna som valdes ut hade ungefär samma storleksblandning inom poängklasserna då små avdelningar eventuellt missgynnas något av verktyget på grund av att arean inte växer linjärt med omkretsen och därmed ger små avdelningar ett sämre area/omkrets värde. För att få alla storlekar representerade i varje poängklass valdes poäng och storleksklasser enligt tabell 6 och 7. Inom dessa klasser fördelar sig antalet avdelningar olika (figur 10 och 11).

*Tabell 6. De olika poängklasser inom vilka de 50 avdelningarna slumpades ut för validering*

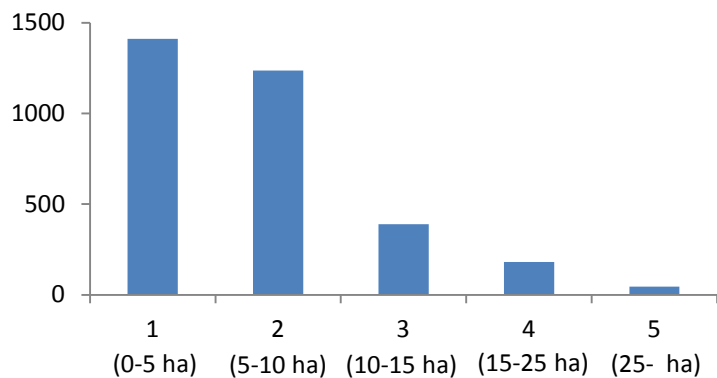
<i>Antal</i>	<i>Poängklass</i>	<i>Klassbotten poäng</i>
271	A	39
349	B	36
1086	C	27
875	D	18
682	E	0

Tabell 7. Storleksklasser inom vilka de 50 avdelningarna slumpades ut för validering

Antal	Storlek klass	Klassbottnar
1411	1	0ha
1237	2	5ha
389	3	10ha
181	4	15ha
45	5	25ha



Figur 10. Antal avdelningar i varje poängklass inom vilka de 50 avdelningarna slumpades ut för validering.

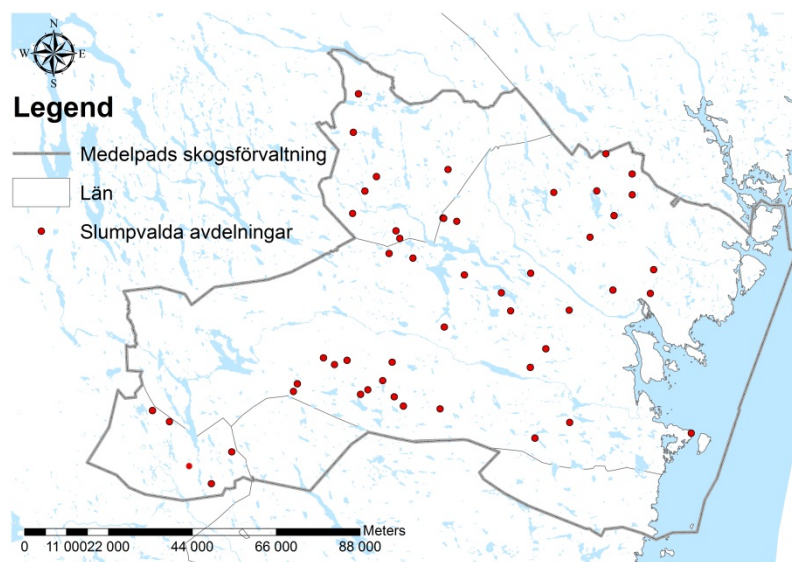


Figur 11. Antal avdelningar i varje storleksklass, inom vilka de 50 avdelningarna slumpades ut för validering.

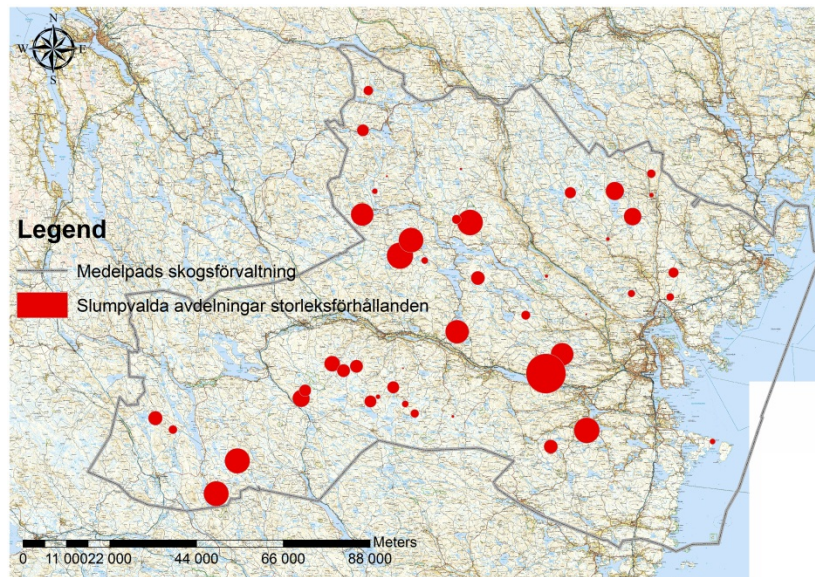


Poäng och storleksklasserna valdes så att det blev färre avdelningar i den högsta poängklassen och i den största storleksklassen. Detta gjordes för att undersökningen av verktygets resultat bör vara som noggrannast i de höga poängklasserna på stora avdelningar då dessa är intressantast för eventuell bränning.

För att utföra slumpurvalet användes Microsoft Excel 2007 och funktionerna RANDBETWEEN och VLOOKUP. När avdelningarna slumpats ut kontrollerades alla avdelningar manuellt i ArcMap 10 för att upptäcka eventuella grannar närmare än 1500 meter. Sex avdelningar låg för nära varandra och tre av dessa byttes då ut mot tre nya. För att slumpvalet skulle bli oberoende av detta så gjordes alla slumpval med återläggning, vilket gjorde att vissa avdelningar kunde komma flera gånger. För att lösa detta och samtidigt ha fler avdelningar att välja på om vissa avdelningar senare visade sig ligga för nära varandra så slumpades sex avdelningar i varje underklass ut och två av dessa valdes. På detta sätt kunde dubletter ignoreras och nya avdelningar plockas in om två avdelningar låg för nära varandra. På detta sätt valdes 50 avdelningar ut (figur 12 och 13). För mer detaljerad information se bilaga 2.



Figur 12. Slumpvalda avdelningar för stickprovsinventering på SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning. Länsgränser, kust och sjöar från Lantmäteriverket i bakgrunden. © Lantmäteriet, I2011/0032.



Figur 13. De inventerade avdelningarnas inbördes storleksförhållanden presenterad genom olika radier. SCA Skog, Medelpads skogsförvaltning visas med grå gräns med Lantmäteriverkets vägkarta från 2009 i bakgrunden. © Lantmäteriet, I2011/0032.

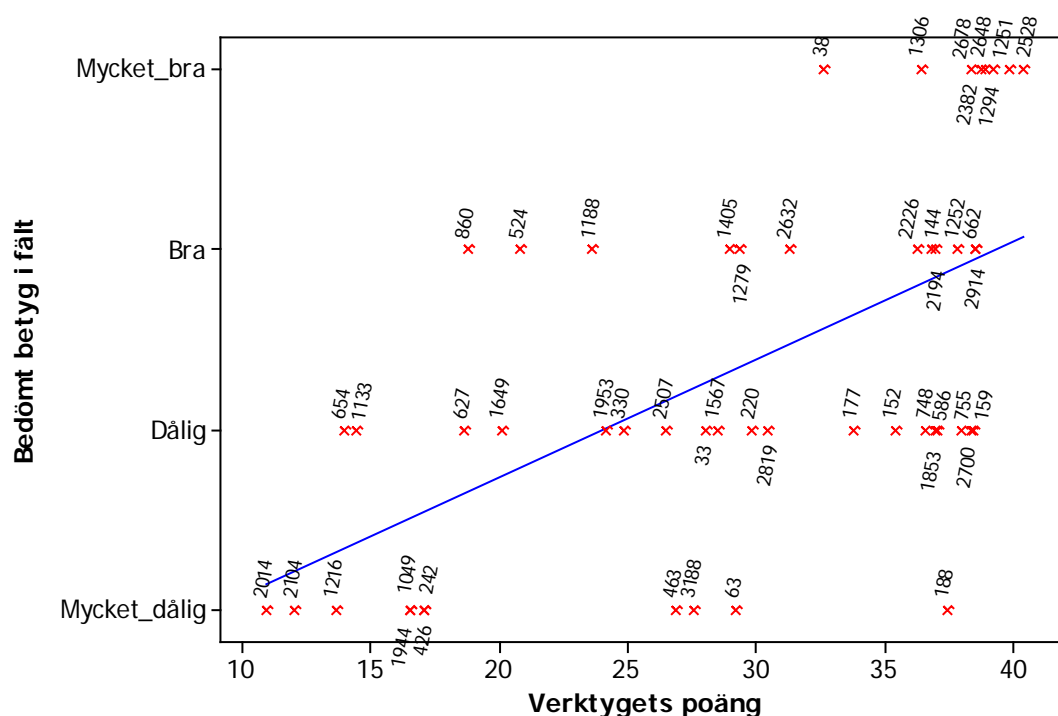
Under själva inventeringen i fält klassades avdelningarna in i fyra olika bedömningsklasser: Mycket bra, Bra, Dålig, Mycket dålig. Bedömningen i fält baserades delvis på de parametrar som bedömdes som viktiga och som nämnts tidigare (se under Modellutveckling). Inventeringen utfördes genom att avdelningarna söktes upp och gränserna gick in, samtidigt som avdelningarna även korsades ett par gånger för att variationer inom avdelningarna skulle upptäckas. Vid inventeringen användes handdator med GPS, ortofoton över områdena, avdelningarnas figurer, hela SCA Skogs LSP på Medelpads skogsförvaltning samt SMD från LMV över områdena. För att få en likartad bedömning av avdelningarna och för att lättare senare kunna se beslutsunderlaget för bedömningen i fält gjordes en checklista som besvarades för varje avdelning under fältinventeringen (bilaga 1). Vid varje besök av avdelningar i fält togs bilder inuti avdelningarna och på gränserna. När inventeringen skedde hade inventeraren ingen kännedom om avdelningarnas poäng givna av GIS-modellen.

### Analys av insamlade data

Slutligen sammanställdes en graf med verktygets poäng mot fältinventeringens resultat och med hjälp av regressionsmodellering med responsvariabler så bedömdes modellens träffsäkerhet i de olika bedömningsklasserna (figur 14). Verktyget var träffsäkert i de absolut högsta poängen, då alla avdelningar med över 38,5 poäng uteslutande fått högsta betyg i fält. Punktdiagrammet från stickprovsinventeringen i figur 14 tyder också på att verktyget har sämre träffsäkerhet i de medelhöga poängnivåerna men blir mer och mer träffsäkert i de lägre poängnivåerna.

För att kunna se på vilken signifikansnivå som de olika förklarande variablerna (det vill säga klasserna bedömda i fält) förklarade verktygets poäng så gjordes en linjär regression mellan verktygets poäng för de inventerade avdelningarna och klasserna de tilldelats under fältinventeringen. Verktygets poäng sattes som responsvariabel. Regressionen utfördes i programmet Minitab 16 och dess regressionsfunktioner. För att vara säker på att vald regression

skulle bli giltig och spegla sambandet och inte störas av en eller några få observationer så studerades avdelningarnas givna poäng av verktyget mot inventeringens klassning av avdelningarna (figur 14).



**Figur 14.** Alla de 50 inventerade avdelningarna i stickprovet med ID-nummer och det bedömda betyget i fält (y-axeln) samt modellens poäng (x-axeln). Den blå linjen är regressionsfunktionen;  $\text{Modellpoäng} = 20,5 + 17,6 \times \text{Mycket bra} + 11 \times \text{Bra} + 8,71 \times \text{Dålig}$ .

Linjär regression bedömdes vara ett rimligt sätt att kontrollera inventeringens resultat mot verktygets resultat. Materialet är inte perfekt med tanke på observationerna i det nedre högra hörnet, men dock möjligt att modellera med linjär regression.

Den regressionsmodell som valdes att användes såg ut så här:

$$Y = \beta_0 - \beta_1 x - \beta_2 x_2 - \beta_3 x_3 + \varepsilon$$

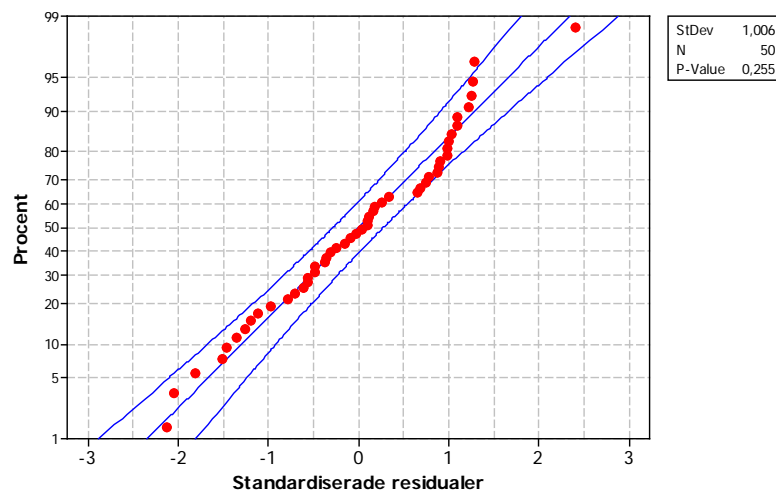
där Y är verktygets poäng,  $\beta_0$  är en konstant,  $\beta_1$  är koefficienten för variabeln/klassen "Mycket bra",  $\beta_2$  är koefficienten för variabeln/klassen "Bra",  $\beta_3$  är koefficienten för variabeln/klassen "Dålig" och  $\varepsilon$  är slumpfelet.

Följande formel skapades i programmet Minitab 16 genom linjärregression med verktygets poäng som responsvariabel och tre av de fyra klasserna som förklarandevariabler.

$$\text{Modellpoäng} = 20,5 + 17,6 \times \text{Mycket bra} + 11 \times \text{Bra} + 8,71 \times \text{Dålig}$$

Efter diskussion med Professor Jun Yu kontrollerades standardregressionens antaganden som är att: regressionens fel eller brus ( $\varepsilon$ ) är en normalfördelad slumpvariabel, med ett medel som är noll och en gemensam varians samt att felen är oberoende av varandra. Dessutom att förklarandevariablerna icke är slumpmässiga, är uppmätta utan fel och linjärt oberoende av varandra, samt att alla observationer är lika pålitliga och påverkar regressionen ungefär lika mycket.

För att kontrollera det första antagandet så gjordes en normalfördelningsgraf i Minitab 16 av de standardiserade residualerna (figur 15).

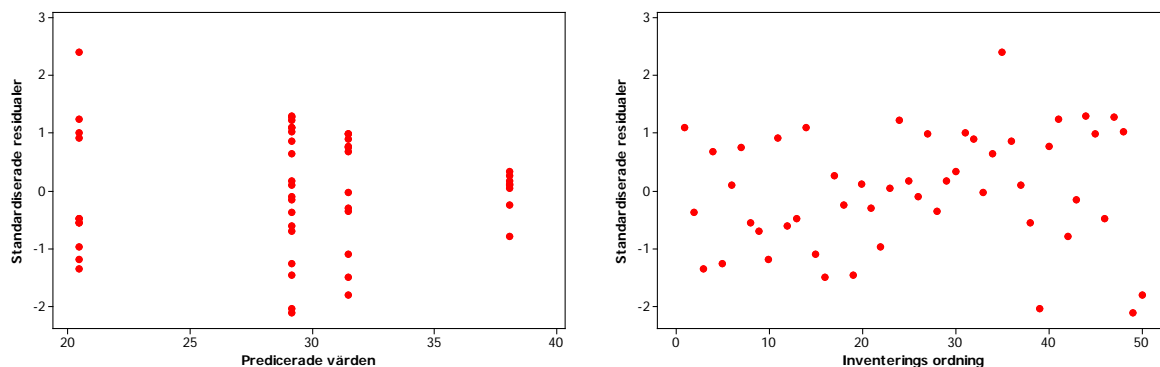


*Figur 15. De standardiserade residualerna (röda prickar) och normalfördelningslinje med 95 procentigt konfidensintervall (blå linjer) på de 50 observationerna i stickprovet.*

Enligt grafen i figur 15 så kan man inte säga att residualerna inte är normalfördelade med ett 95 procentigt konfidensintervall, alltså är de troligen normalfördelade. I grafen följer residualerna även normalfördelningslinjen väl. Genom att göra fyra olika grafer mellan residualerna och de olika förklarandevariablerna eller klasserna så bedömdes residualerna vara oberoende av förklarandevariablerna i alla fall utom i den sista klassen eller förklarandevariabeln, där man kunde se att variansen är mindre vilket är en svaghet och tyder på ojämn varians.

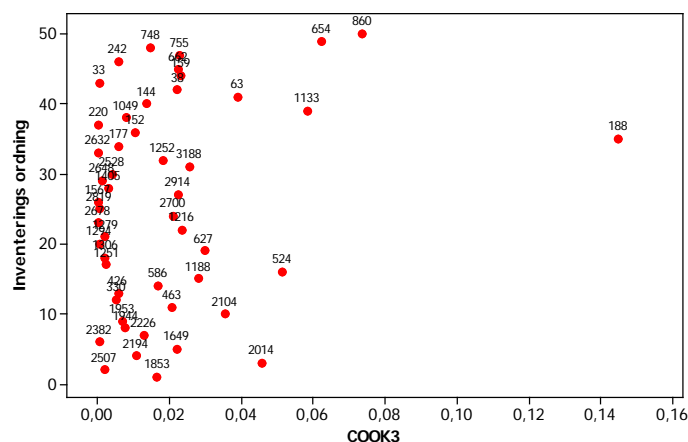
Ett punktdiagram skapades för de standardiserade residualerna och de predikterade värdena av regressionen (figur 16 vänster). I grafen kan man se, precis som tidigare konstaterat, att det finns en dragning mot att de höga predikterade värdena i den sista klassen har mindre residualer, det vill säga variansen var inte konstant, men spridningen var ganska god.

Slutligen bedömdes förhållandet mellan inventeringsordning och de standardiserade residualerna (figur 16 höger). Det fanns ingen speciell trend vilket tyder på att bedömningarna gjorda av författaren i fält inte varierade eller ändrades nämnvärt under inventeringens gång.

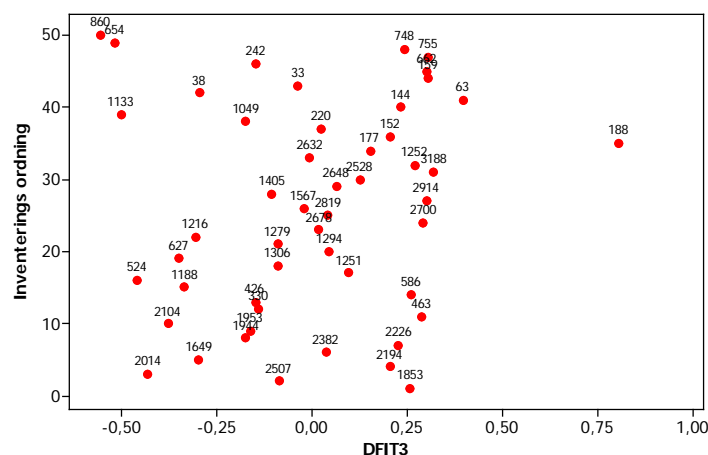


Figur 16. Till vänster standardiserade residualer (y-axeln) för de 50 stickproven i relation till de predikterade värdena av regressionen (x-axeln). Till höger standardiserade residualer (Y-axeln) för de 50 undersökta avdelningarna i stickprovet i relation till inventeringsordningen i fält (x-axeln).

I figur 16 (högra diagrammet) kan man se att antagandet att felen är oberoende av inventerings ordning var uppfyllt, då residualerna är spridda och saknar mönster. För att se om vissa enskilda observationer, så kallade outliers eller andra inflytelserika observationer fanns som påverkade regressionen mycket och i så fall vilka dessa var så användes Cook's Distance och Hadis's influensmått, vilka indikerar hur inflytelserik varje enskild observation är för regressionen (figur 17 och 18).



Figur 17. Cook's Distance-värdet för varje fältinventerad avdelning i relation till inventeringsordningen.



Figur 18. Hadis`s influensmått för varje fältinventerad avdelning i relation till inventeringsordningen.

I figur 17 och 18 kan man uttyda att ingen enskild observation påverkar regressionen i någon större utsträckning men att observationen av avdelning 188 påverkar resultatet mer än de andra.

Observationernas influensvärden är dock inte oroväckande höga (Chatterjee & Hadi 2006). Även Minitab redovisar bland andra observationen av avdelningar 188 som ovanlig. Denna observation valdes dock inte bort då den knappast är ett mätmisstag eller liknande, utan snarare en indikator på att verktyget inte tar med alla viktiga parametrar i sin bedömning av en avdelning.

Baserat på analysen av regressionen ovan så valdes den visade linjära regressionen för att beskriva sambandet mellan inventeringen och verktygets resultat, trots att det fanns vissa svagheter i regressionen. Svagheten består i att den sista förklarandevariabeln eller klassen i den föreslagna regressionen har en mindre varians (figur 16 vänster), varför man kan misstänka att variansen är något beroende av klasserna eller de förklarande variablerna.

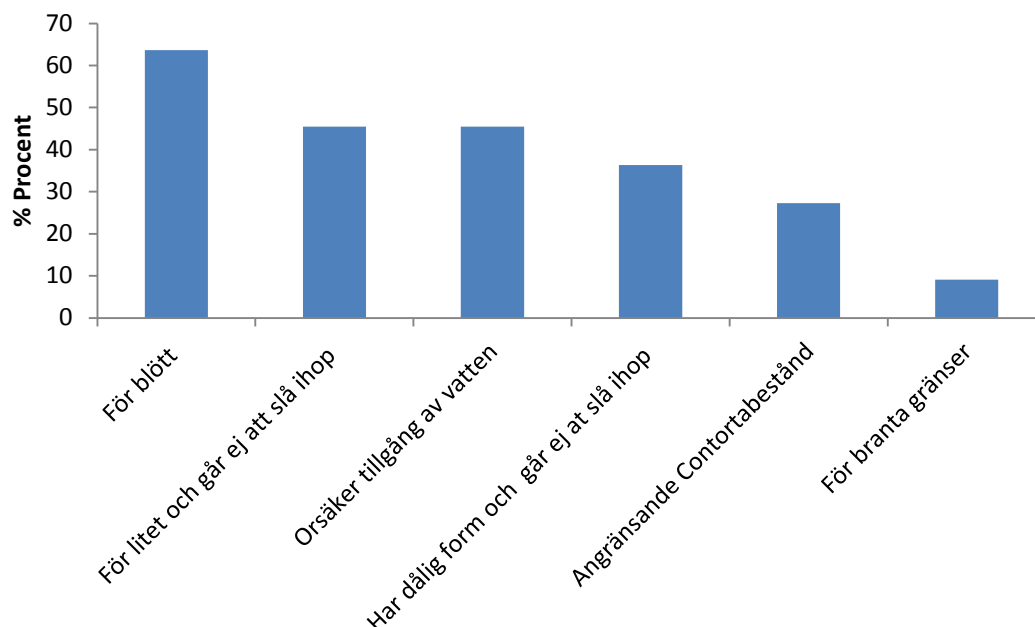
### Felkällor i verktygets modell

Det är tydligt att främst avdelning 188, men även ett antal andra avdelningar är avvikande (figur 14, 17 och 18). Även Minitab klassar avdelning 188 som en av tre klart avvikande observationer i regressionen. Genom att analysera figur 14 så sorterades även avdelningar nr 463, 3188, 63, 2700, 159, 755, 1853, 586, 748, och 152 ut som avvikande då dessa avdelningar och avdelning 188 hade getts relativt höga poäng av verktyget men under fältinventeringen klassats som dåliga eller mycket dåliga avdelningar. Även avdelningar 860 och 524 var avvikande men eftersom avvikelserna inte var så stora och de dessutom fick bättre betyg i fält än modellen hade förutsagt så ansågs det mindre intressant att analysera de underliggande orsakerna till deras avvikande poäng.

För att försöka ta reda på varför de 11 ovan nämnda avdelningarna avvek så kraftigt från regressionslinjen och verktygets predikterade poäng så gjordes en analys över eventuella orsaker. Analysen gjordes i Microsoft Excel 2007. Utifrån fältinventeringen skapades sex nya parametrar som inte ingick i verktygets eller modellens poängsättningsprocess, men som misstänktes påverka resultatet kraftigt när avdelningarna bedömdes i fält. De sex nya parametrarna som besvarades med ja eller nej var: Var avdelningen för fuktig (exempelvis Vitmossedominerad eller många närvarande vattenpölar)? Bedömdes lutningen på avdelningens gränser påverka möjligheterna att begränsa elden? Var avdelningen efter eventuella lämpliga hopslagningar med grannar fortfarande för liten,

det vill säga mindre än cirka 10 ha? Hade avdelningen en form som väsentligt skulle försvårat bränning och som inte gick att påverka genom hopslagning? Hade avdelningen säker kontinuerlig tillförsel av vatten under hela sommarhalvåret? Gränsade avdelningen mot Contortatallbestånd?

Utifrån de ifyllda checklistorna som använts under inventeringen så undersöktes de elva avvikande avdelningarna. Drygt 60 procent av dessa hade vid fältinventeringen bedömts som för blöta (figur 19).



*Figur 19. Andelen av elva avvikande avdelningarna som påverkades av sex parametrar som modellen inte tog hänsyn till och som baserat på fältinventeringen misstänktes påverka betygen negativt.*

Vissa avdelningar påverkades av mer än en av de nya parametrarna (tabell 8). För att avgöra om SCA:s egeninventerade markfuktighet i LSP:n kunde vara användbar för att i framtiden förbättra modellen så analyserades även den (tabell 8). I tabellen nedan ser man tydligt hur de elva avvikande avdelningarna förhöll sig mot de nya variablerna. Avdelningar 188 som uppvisade den största skillnaden mellan modellpoäng och bedömt betyg i fält (figur 14) var också för blöt, för liten, hade dålig form, osäker vattentillgång och gränsade till Contortatall.



Tabell 8. Elva avvikande avdelningar och deras förhållande till sex parametrar som modellen inte tog hänsyn till, noll representerar falskt, ett sant. Under SCA:s markfuktighet står, 1 för Torr, 2 för Frisk, 3 för Fuktig, 4 för Blöt

Avdelningar ID-nummer	För litet	Har dålig form	Osäker tillgång till vatten	Angränsande Contortatall bestånd	För branta gränser	För blött	Summa antal	SCA:s Markfuktighet från register
Obj. 159	0	0	1	0	0	0	1	2
Obj. 755	0	1	0	0	0	1	2	3
Obj. 2700	1	0	0	0	0	1	2	2
Obj. 748	0	1	0	0	0	1	2	Saknas
Obj. 1853	1	0	0	0	0	1	2	3
Obj. 188	1	1	1	1	0	1	5	3
Obj. 152	0	0	1	0	0	1	2	3
Obj. 586	1	0	0	0	0	1	2	3
Obj. 63	0	1	1	0	0	0	2	2
Obj. 3188	1	0	0	1	0	0	2	2
Obj. 463	0	0	1	1	1	0	3	2
Summa antal:	5	4	5	3	1	7		

Genom att en ny regressionsanalys gjordes efter borttagande av de elva avvikande avdelningarna så kunde resultatet av en framtida förbättring genom hänsyn till dessa parametrar till viss del uppskattas.

## Resultat av validering

Regressionen av verktygets resultat och stickprovsinventering i fält (figur 14) visade på en förklaringsgrad på 37,9 procent och en mycket hög signifikansnivå på över 95 procent på samtliga koefficienter. Den höga signifikansnivån innebär att alla parametrar eller poängklasser speglas av verktyget eftersom parametrarna framför klasserna med minst 99,7 procents sannolikhet inte är noll.

Förklaringsgraden på 37,9 procent visar att modellen i sin nuvarande utformning ungefär förstår eller tar hänsyn till 40 procent av det författaren tog hänsyn till vid sin bedömning i fält.

Den enklare analys som utfördes på de elva mest avvikande observationerna mellan verktygets poäng och inventeringen i fält visade bland annat att fuktigheten är den av de undersökta parametrarna som modellen tar liten eller ingen hänsyn till och som ensam påverkade de avvikande avdelningarna mest. Sju av de elva avvikande avdelningarna visade sig i verkligheten vara så pass blöta att det kraftigt påverkade bedömningen i fält.

Även avdelningarnas tillgång till säker vattentillförsel var viktig och påverkade ungefär hälften av de elva avvikande avdelningarnas betyg i fält. Fem avdelningar hade så osäkert tillgång till kontinuerligt vatten att betyget i fält drogs ner.

Avdelningarnas storlek och form var även efter eventuella hopslagningar i fyra fall så dåliga att betyget drogs ner. I tre fall drog närhet till Contortatall ner betyget i fält. Endast en avdelnings



lutning var så negativ ur bränningssynpunkt att det påverkade betyget i fält. När de elva avvikande avdelningarna som alla var starkt påverkade av ovan nämnda parametrar togs bort och en ny regression gjordes på de 39 återstående avdelningarna ökade regressionens förklaringsgrad till 67,8 procent.

## Diskussion

I det här arbetet har ett planeringsverktyg för selektion och långsiktig planering av bränningstrakter tagits fram. Resultatet av körningen med verktyget på SCA Skogs skogsförvaltning i Medelpad samt stickprovsinventering visar att verktyget med stor säkerhet kan hitta de lämpligaste avdelningarna och att dessa tillsammans täcker cirka 5 procent av den undersökta arealen i området.

### Förbättringar av GIS modellen

Under skapandet av verktyget, inventeringen och analyserna av resultaten upptäcktes flera möjligheter till förbättringar av verktygets GIS-modell. Den viktigaste parametern att jobba vidare med och försöka bygga in i modellens framtida versioner bedöms vara markens fuktighet inom avdelningen. Om nog bra data finns över markfuktighet så skulle modellens träffsäkerhet kunna bli väsentligt bättre genom att ta hänsyn till markfuktigheten. SCA:s data över avdelningarnas markfuktighet är troligen användbart. Markens lutning visade sig endast påverka en av de elva mest avvikande avdelningarna men eftersom bra höjddata inom en snar framtid finns att tillgå från den nya nationella höjdmodellen från LMV så finns ingen anledning att inte ta med även denna parameter i en förbättrad version av verktyget.

En klar förbättring av verktygets GIS-modell skulle kunna göras om mer data om myrarna fanns tillgängligt, mer specifik data än vad LMV:s SMD har, då vissa myrar med brandfarlig vegetation kan vara ett problem. Det skulle också vara intressant med mer detaljerad information om hur pass fuktiga myrarna är.

Avdelningar som avgränsades av barriärer i form av sumpskog får i GIS-modellen högre poäng, dock så tydde flera iakttagelser under inventeringen på att avdelningar som var omgivna av sumpskog också många gånger till stor del bestod av sumpskog. Om en markfuktighetsvariabel lades in så skulle dessa avdelningar få lägre poäng och kunna sällas bort, då de inte alls är lämpliga att bränna.

När de elva avvikande avdelningarna som visas i tabell 8 togs bort och regressionen gjordes om så steg förklaringsgraden betydligt, från cirka 40 procent till nära 70 procent. Eftersom alla de elva avdelningarna påverkades mycket av de sex parametrarna som finns i tabell 8 och på grund av dessa fick neddragna betyg i fält borde verktyget kunna göras betydligt bättre om det tog hänsyn till dessa parametrar.

Om funktionen för att bränna nära hotspots används i verktyget finns det enligt L-O. Wikars (personlig kommunikation) en viss risk att eventuella koncentrationer av bränningar skulle leda till ett stort utbrott av skadeinsekter, exempelvis större mörghorre, *Tomicus piniperda*, i dessa områden. Problemen skulle kunna begränsas genom att vissa gränsvärden för antalet bränningar i närheten av varandra skapades i GIS-modellen.

### Förslag på ytterligare analyser

Man kan tänka sig ytterligare utvärdering av vissa enskilda parametrars delpoängssumma, exempelvis rörande vattentillgänglighet och befintliga barriärer, för att enklare kunna se vilka parametrar som är svårast att beräkna med GIS-modellen.

Förhållandet mellan area/omkrets är inte konstant för en cirkel eller polygon vilket borde leda till att små hyggen med mycket barriärpoäng blir favoriserade i poängsättningsprocessen i jämförelse med

ett stort hygge med mycket barriärer. Detta skulle behöva undersökas då många av avdelningarna med absolut högst poäng är små eller mycket små.

Nya internationella höjdmodellen från LMV skulle eventuellt kunna ge mycket högupplöst data för att bedöma lutande avdelningar och besvärliga avdelningskanter. Parametern skulle enkelt kunna föras in i modellen. En metod för att använda laser-data i GIS-modellen skulle behöva undersökas.

Önskad årstid för avverkning finns angiven i SCA:s LSP och bedömdes kunna vara intressant i processen att hitta lämpliga hyggen för hyggesbränning med tanke på att vinteravverkningar är att föredra då kompakteringen av bränslet då blir mindre. Vid sommaravverkning kan kompaktering av bränslet på marken på grund av trädfällningen men även bränslekompaktering och mineraljord i hjulspår leda till att elden stannar upp och det blir komplicerat att bränna av hela hygget på ett snabbt sätt (D. Rönnblom, personlig kommunikation). Valet om en trakt avverkas på vintern eller inte styrs hos SCA till största del av terrängförhållandet på hygget och inte av skogsbilvägarnas bärighet, som kan förstärkas vid behov. På grund av detta så är det enligt T. Rydkvist (personlig kommunikation) därför troligt att de trakter som planeras för vinteravverkning är fuktiga och oftast inte lämpliga för bränning. Därför togs denna parameter inte med i GIS-modellen. Men undersökningar angående önskad årstid för avverkning skulle behöva göras då modellens resultat troligen skulle bli bättre om den kunde få fram bra avdelningar som med stor sannolikhet kommer att avverkas på vintern och samtidigt är nog torra för bränning. Bra objekt som hittas med hjälp av verktyget och som blir planerade för att brännas bör också prioriteras för vinteravverkning.

För att analysera stickprovsinventeringen och verktygets poängsättning användes linjärregression, men man skulle kunna tänka sig en icke-linjär regression mellan modellresultatet i verktyget och stickprovsinventeringen i fält, eftersom figur 14 antyder en svagt icke-linjär trend. Om mer arbete lades ner skulle man troligen kunna få jämnare fördelning av de nu svagt ojämna residualerna i de olika klasserna, förslagsvis genom att väga de förklarande variablerna med Weighted Least Squares (WLS) metoden.

Poängfördelningen har en antydning att vara bimodal (figur 6), vilket är lite märkligt eftersom en normalfördelad population är att förvänta i ett så stort urval (över 3000 avdelningar). Anledningen till ansamlingen av avdelningar mellan 10 och 14 poäng samt runt 35 poäng är okänd. En eventuell förklaring kan vara regional variation. Om delar av Medelpads skogsförvaltning har t.ex. mycket myr får man fler avdelningar med höga poäng i just detta område jämfört med de andra.

Poängfördelningen är då kanske normalfördelad i just det mindre området med när alla områden i förvaltningen slås ihop kan man få en bimodalfördelning. Mer analyser bör utföras för att säkra slutsatser ska kunna dras.

## **Verktygets aktualitet**

Andra tester av GIS-verktyg, som t.ex. Dan Thörnevals metod för långsiktig vägplanering (Thörnevall 2007), drog liknade slutsatser. Han konstaterar att hans GIS-verktyg är användbart för att ge en översikt på behov av vägar på ett distrikt och förslag på eventuella vägdragningar, men att resultatet dock bör detaljgranskas av någon person med lokalkännedom som kan städa och välja ut de bästa alternativen efter sunt förnuft (Thörnevall 2007). Mina resultat visar också att GIS-verktyget ger ett bra resultat och många gånger gör en bedömning som ligger mycket nära en bedömning av en människa i fält. Likväl måste vissa objekt sorteras bort manuellt.

## Slutsatser

Baserat på stickprovsinventeringen så tar verktyget hänsyn till ungefär 40 procent av det författaren kunde se i fält. Det man dock bör beakta är att den 40 procentiga förklaringsgraden gäller bedömningar i alla de olika klasserna. Enligt inventeringsresultatet kan verktyget med mycket stor säkerhet sortera ut de absolut bästa avdelningarna då alla fem avdelningar som fick över 38,5 poäng i stickprovet uteslutande fick det högsta betyget i fält. Alltså är det troligt att avdelningar som får över 38,5 poäng av verktyget också i verkligheten är mycket lämplig för naturvårdsbränning. Den rumsliga fördelningen av alla objekt med 38 poäng och högre (figur 7 och 8) visar ingen tydlig aggregering.

Totalt på Medelpads skogsförvaltning så fanns 223 st. avdelningar med över 38,5 poäng vilket motsvarar cirka 7 procent av antalet avdelningar och dessa täcker ungefär 5 procent av totala arealen i LSP:n.

Den praktiskt tillämpbara larmgränsen då man ska beakta eventuell bränning som ett alternativ på en avdelning bör dock ligga under 38,5 poäng, om man har FSC:s bränningskrav om 5 procent av slutavverkningsarealen i åtanke. Anledningen är att det enligt stickprovet finns flera avdelningar under 38,5 som är mycket bra, och som då skulle ha en chans att bli upptäckta. Det är också bra att lägga larmgränsen så att en större areal än precis 5 procent nås. Detta då många avdelningar, även de med riktigt höga poäng, troligen inte kommer att kunna brännas. Anledningarna till det kan vara flera, exempelvis att en avdelning är liten och inte kan utvidgas vid traktplaneringen. Därför rekommenderar jag en allmän larmgräns på 36 poäng. 620 st. avdelningar i LSP:n hade 36 poäng eller mer; tillsammans täcker de cirka 16 procent av arealen i nämnd LSP och inrymmer enligt stickprovet 87 procent av avdelningarna som bedömdes som mycket bra i fält.

Sammanfattningsvis skulle verktyget i sitt nuvarande tillstånd kunna användas som stöd vid selektion och planering av framtida bränningstrakter genom att långt i förväg sortera ut avdelningar som har de allra bästa förutsättningarna för bränning. Dessa kan sedan ytterligare studeras i fält för slutlig bedömning och vidare planering av t.ex. eventuell hopslagning och andra anpassningar.

Genom att föra in fler parametrar som GIS-modellen kan ta hänsyn till skulle verktyget kunna göras ännu bättre. Förslag på viktiga parametrar att föra in utifrån analys är markfuktighet, angränsande bestånd med Contortatall och markens lutning.

Det skulle även vara viktigt att kunna skatta hur kontinuerlig vattentillgången är i olika vattendrag, liksom att få en bra parameter för avdelningens potentiella form/storlek, men dessa parametrar bedöms som svåra att uppskatta då bra metoder och dataunderlag idag saknas. Markfuktighet, angränsande Contortatall och markens lutning är däremot parametrar som redan existerande data avspeglar i form av avdelningsdata hos SCA och i den nya nationella höjdmodellen från LMV. Därmed kan och bör dessa parametrar i framtiden byggas in i verktygets GIS-modell.

# Litteraturförteckning

## Tryckta källor

Bergström, J. & Walter, F. 2000. Båtnadsberäkning av nya skogsbilvägar med hjälp av GIS. Skogforsk. Uppsala. Resultat 2000:23.

Bohman, P. Wikars, L.-O. & Rydkvist, T. 2004. Inventering av tallkapuschongbaggar i södra Norrland. Länsstyrelsen i Västernorrlands län, Härnösand. Publikation 2004:1.

Chatterjee, S. & Hadi, A.-S. 2006. Regression analysis by example. 4. Edition. s. 103-107. Wiley, Hoboken, New Jersey.

Hagström, D. 2005. Metod för urval av bäriga bestånd längs med bäriga vägar i Sveaskogs planeringsområde Råneå och Överkalix. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Studentuppsatser 2005:83.

Häggström, B. 1967. Hyggesbehandling. 3. omarbetad upplaga. Svenska Skogsvårdsföreningen. Stockholm.

Nilsson, M. 2005. Naturvårdsbränning: vägledning för brand och bränning i skyddad skog. Naturvårdsverket. Stockholm. Rapport 5438.

Rudqvist, L. 1999. Sveriges sumpskogar: resultat av sumpskogsinventeringen 1990-1998. Skogsstyrelsen. Jönköping. Meddelande 1999:3.

Thörnevall, D. 2007. Metod för användning av Geografiska Informations System vid långsiktig vägplanering: en studie genomförd på Sveaskogs marker i Norrbotten. Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå. Arbetsrapport 2007:176.

Wikars, L.-O. 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog. Naturvårdsverket. Stockholm. Rapport 5610.

Weslien, J. 1996. Anvisningar och råd vid hyggesbränning. Skogforsk. Uppsala. Arbetsrapport 321.

Wretling, J.-E. 1944. Regler och anvisningar för hyggesbränning i Norrland. Östersund.

Wretling, J.-E. 1948. Nordsvensk hyggesbränning. Stockholm.

Westerberg, D. 1997. Bränning: metoder och kostnader 1996/97. Skogforsk. Uppsala. Resultat 1997:19.

## Elektroniska källor

Anon. 2000. Ny svensk skogsbruksstandard med SLIMF-indikatorer. [online]. Nerladdningsbar PDF från: <http://www.fsc-sweden.org/nyheter> [2010-05-10]

FSC-Forest Stewardship Council. Hemsida. [online]( 2010-02-26) Tillgänglig: <http://www.fsc-sweden.org/statistik-och-fakta> [2010-12-21]

## Muntliga källor

Berglund H, FSC, Skogs- och standardansvarig, Svenska FSC, Uppsala. Personlig kommunikation, 2011-9-19.

Granström A, Universitetslektor, Inst. för skogens ekologi och skötsel, SLU Umeå. Personlig kommunikation, 2011-07-18 och 2011-04-15.

Holm S, Universitetslektor, Skoglig resursanalys, Inst. för skoglig resurshushållning, SLU Umeå. Personlig kommunikation, 2011-05-12.

Jun Y, Professor, Institutionen för skogsekonomi, Biostochastics, SLU Umeå. Personlig kommunikation, 2011-11-29.

Karlberg A, Skydd och skötsel, Länsstyrelsen Västernorrland. Personlig kommunikation, 2011-9-19.

Larsson H, Systemansvarig SCA Skog AB, stab skogsvård, Sundsvall. Personlig kommunikation, 2011-09-27.

Rydkvist T, Naturvårdsspecialist, SCA Skog AB, Medelpads skogsförvaltning. Personlig kommunikation, 2011-03-02, 2011-04-15 och 2011-09-02.

Rönblom D, Produktionsledare Holmen Skog, distrikt Umeå. Personlig kommunikation, 2011-07-26.

Wikars L-O, Naturvårdskonsult, Pyrodiv, Borlänge. Personlig kommunikation, 2011-09-15.

# Bilagor

## Bilaga 1, Checklista för fältinventering

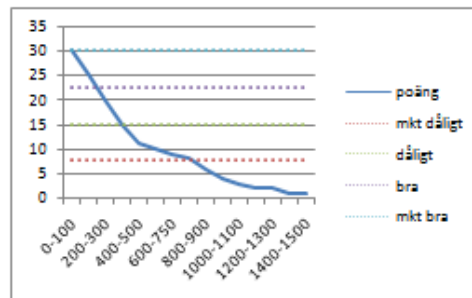
Nedan följer en av de i fält ifyllda checklistorna (objekt nummer 1251) efter inventering och renskrivning. Frågorna i checklisten är markerade med svart och rött, inventerarens noteringar i blått. De röda frågorna berör sådant som modellen inte tog hänsyn till. Till höger i checklisten finns hjälpfigurer som användes i fält. Röd text med fotoobjekts nummer i slutet användes för att organisera foton tagna på de olika objekten. På första sidan skrevs objektets nummer, betyg och inventeringsdatum ut i grå färg.

Checklista Qbj: 1251

Betyg: Mycket bra

Inv. Datum: 26/10

### -Avstånd till brukbart Vatten (att flöde finns viktigast storlek ringa betydelse)



Poängsättning  
data modell

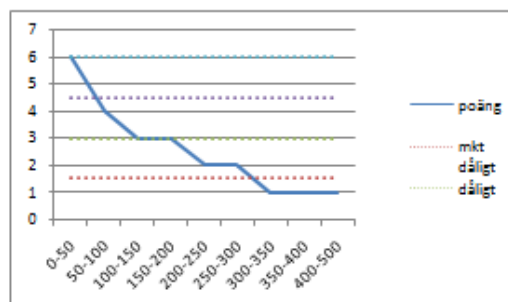
50% avs. vatten  
34% Barriärer  
10% avs. väg  
8% avs. hus  
5% objekts form  
5% objekts storlek  
5% Gräns Mot sjö  
2% Negativa  
barriärer.  
(min25meter)

Extremt bra p.g.a. halvö medelavstånd cirka 70 meter. Mindre beroende på hur mycket man utökar Qbj vilket är möjligt enligt LSP.

### -Barriärer (alla vägar, allt vatten, myr blöt myr dock bättre och sumpskog. Om dålig finns möjlighet till enkel modifiering?)

Mycket bra ¼ av Qbj gränser har mycket bra barriär mot stor sjö, minst 150 meter fri vattenyta!  
Resterande gränser mot tallskog.

### -Avstånd till väg



Medel avstånd 500meter

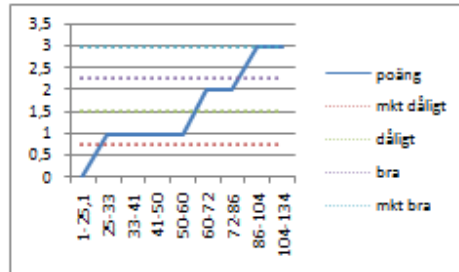
Kortast 300 meter

### - Objektets form (om dålig finns möjlighet till enkel modifiering?)

Checklista Obj: 1251

Betyg: Mycket bra

Inv. Datum: 26/10



Bra men kan göras bättre enligt LSP då framför allt större.

#### - Objektets storlek ( möjligt att slå ihop?)

För litet men man kan mycket enkelt och med flera fördelar slå ihop Obj med intilliggande för att bilda ett super bra Obj som då blir 15 ha.

#### - Gräns mot sjö? (25meter fritt vatten)

Ja minst  $\frac{3}{4}$  gränsar mot sjö.

#### - Avstånd till hus?

Litet timrat hus i syd. SCA:s?

#### - Negativa barriärer (Järnväg, Elledning, bergidagen äldre bränningar annan eldfängd mark?)

Nej

#### - Fuktighet (är beståndet dominerat av vitmossa)

Friskt till torr tallmark som snabbt torkar, se bilder.

#### - Lutning gränser , finns det risklutningar i anslutning till gräns?

Nej

#### - Övrigt negativt ?

Naturresevat?

#### Sammanfattning i ord (5-8 rader):

Objektet är exemplariskt ur flera synsätt:



Checklista Obj: 1251

Betyg: Mycket bra

Inv. Datum: 26/10

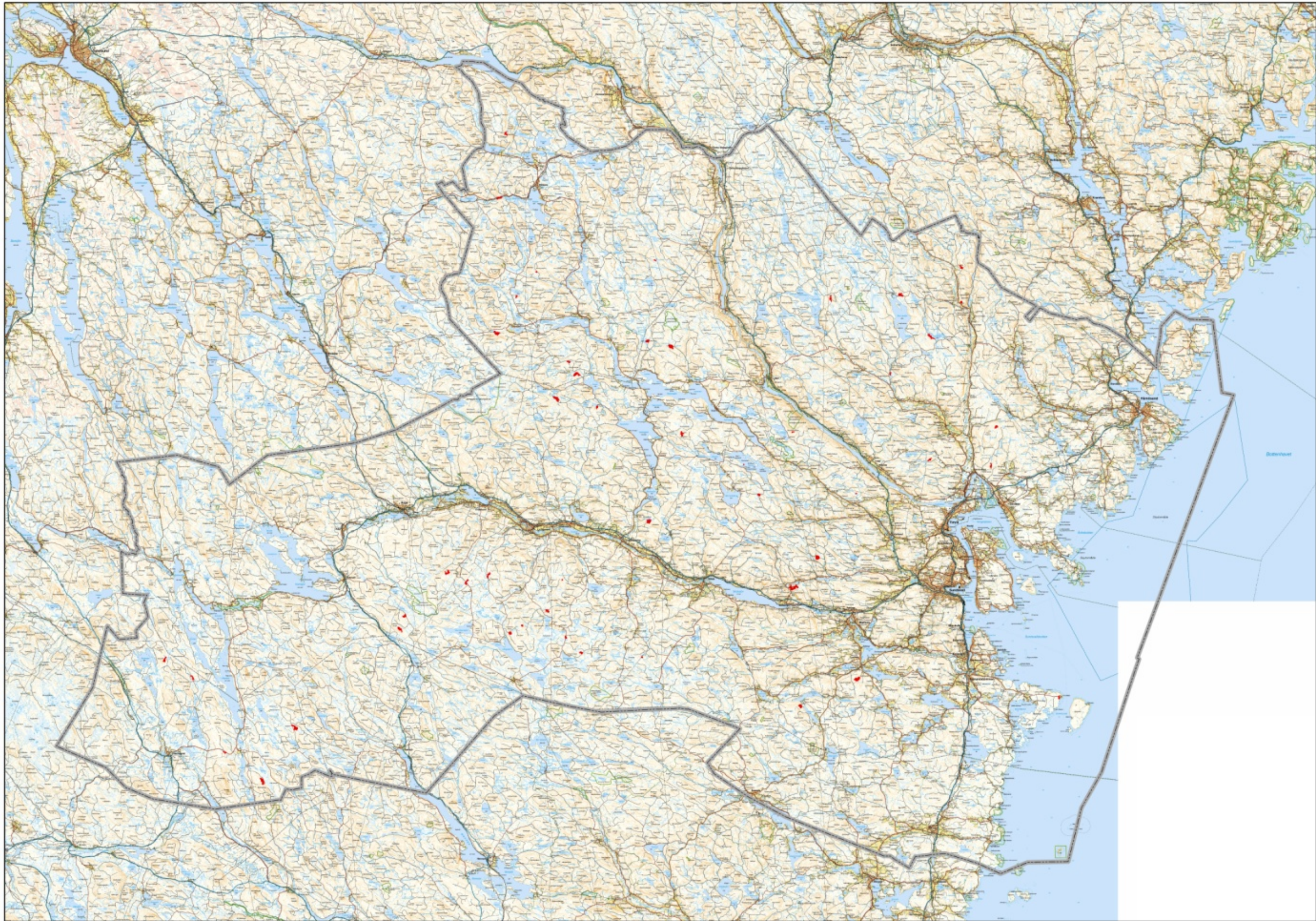
1. Mycket bra barriärer endast 1/3 av gräns ligger inte mot sjö
2. Närhet till vatten avstånd till område som skulle behövas vattnas är som mest 150 meter
3. Marken är torr fin tallmark

Obj skulle kunna beståndsbrännas med bra resultat. Obj ligger säkert om eld skulle sprida sig då väg och myr skyddar ytterligare spridning. Bästa Obj av inventerade. Betyg: MYCKET BRA

Foto objektsnummer: **1251**



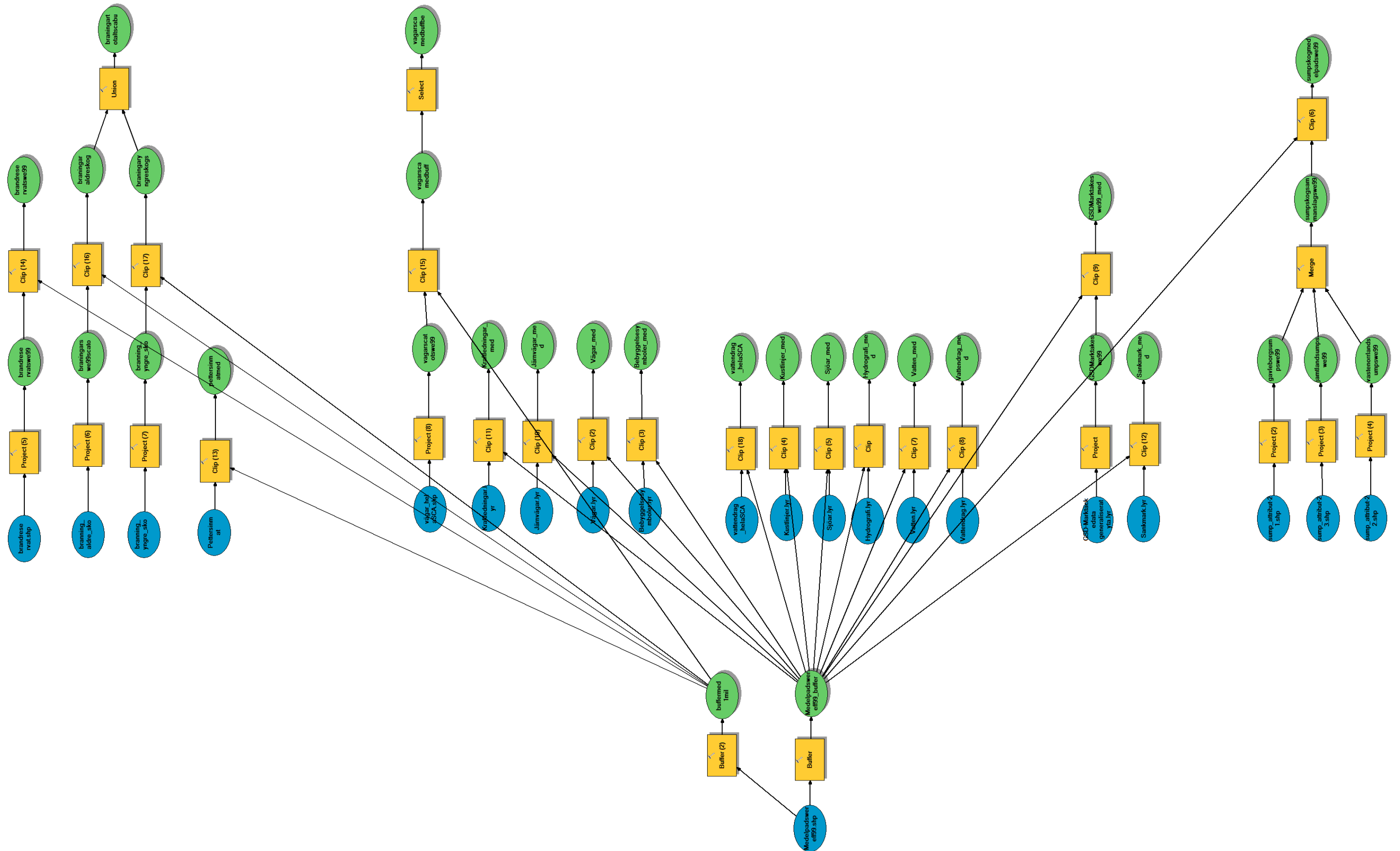
## Bilaga 2, Inventerade avdelningar



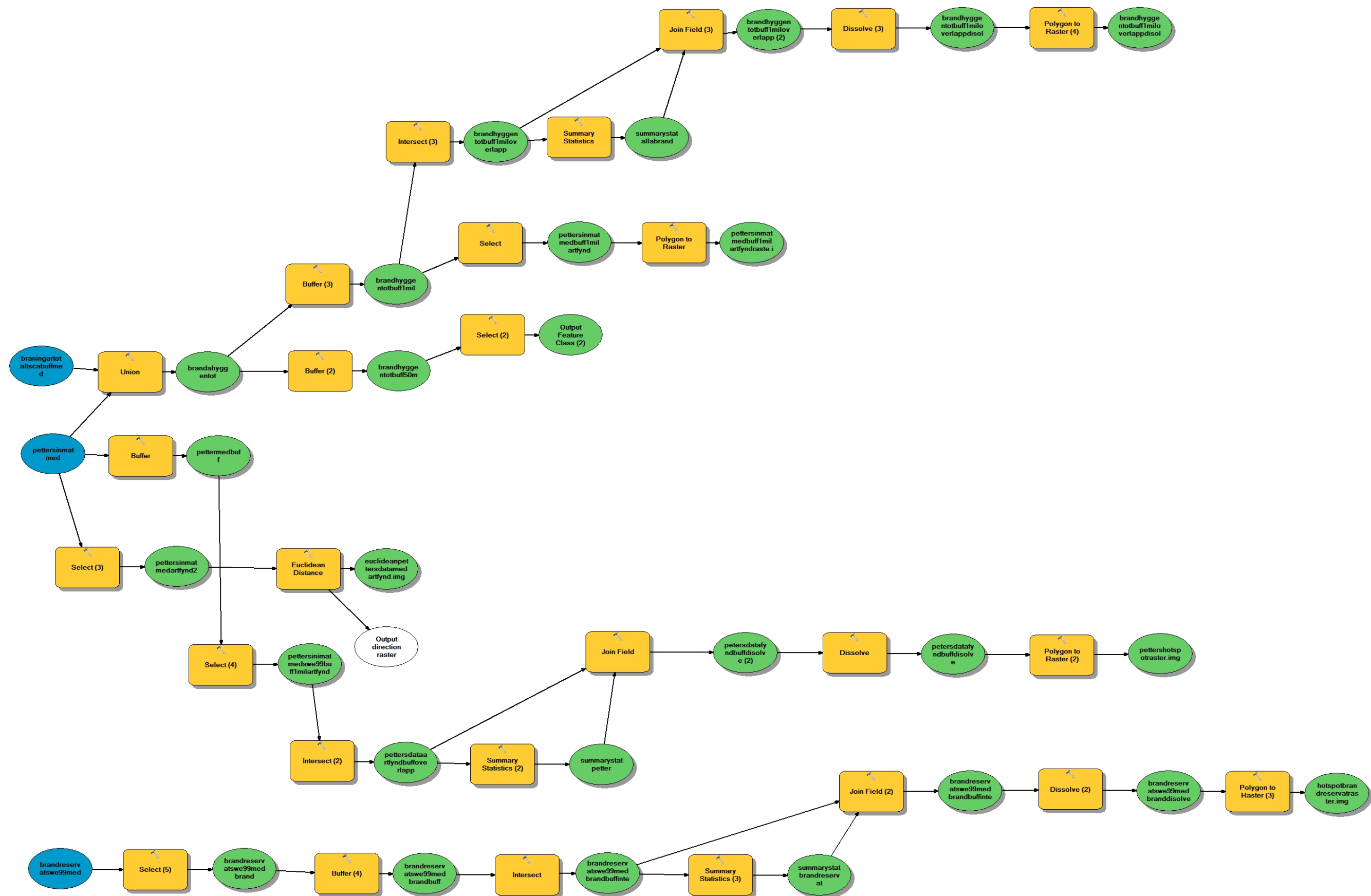
Figur 1. Karta över samtliga femtio inventerade avdelningar(röda) och SCA Skog Medelpads skogsförvaltning markerad med tjock grå gräns med Lantmäteriverkets vägkarta från 2009 i bakgrunden. © Lantmäteriet, I2011/0032.



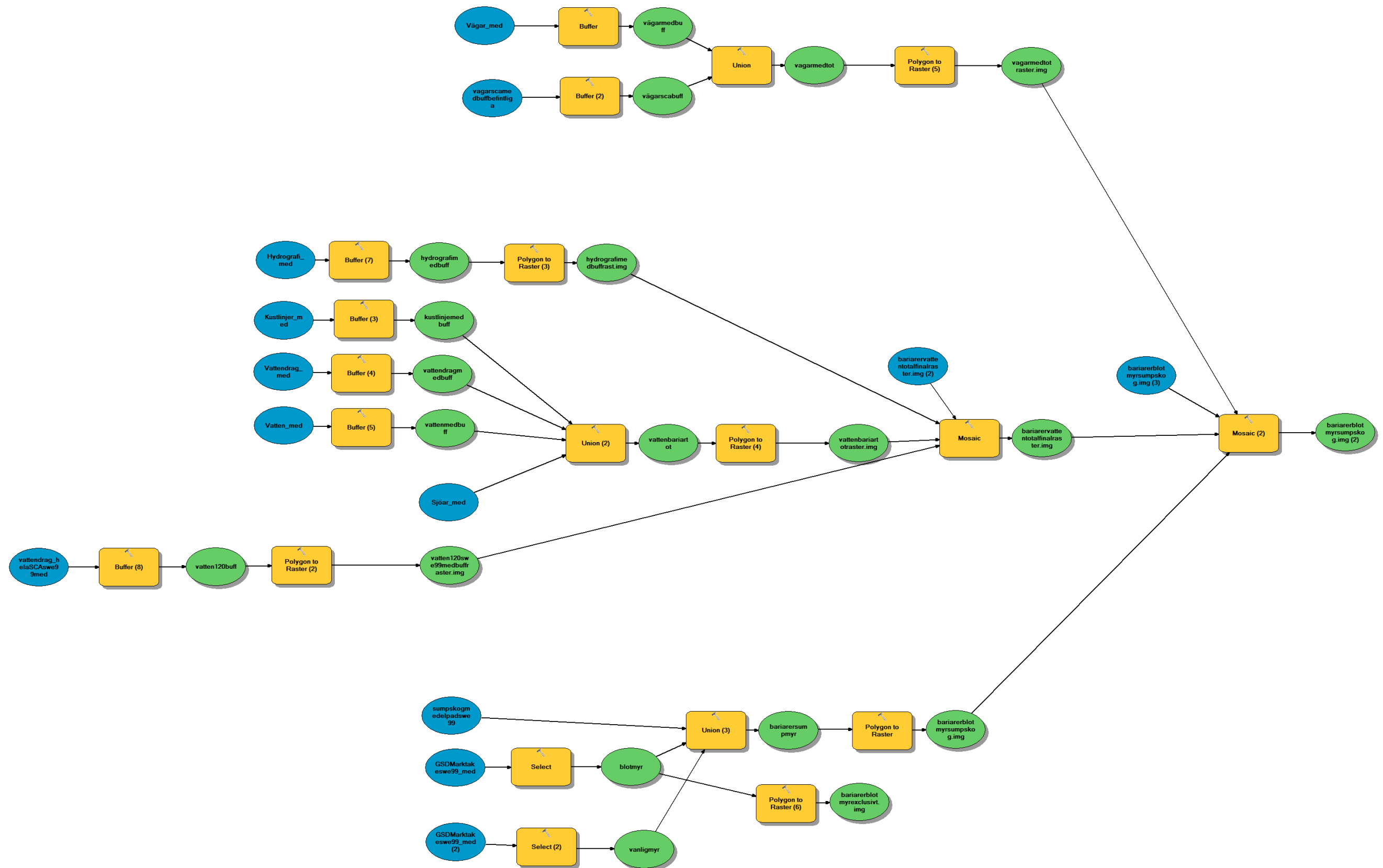
### Bilaga 3, GIS-modellens olika delar



Figur 1. Grunddata input i modellen.

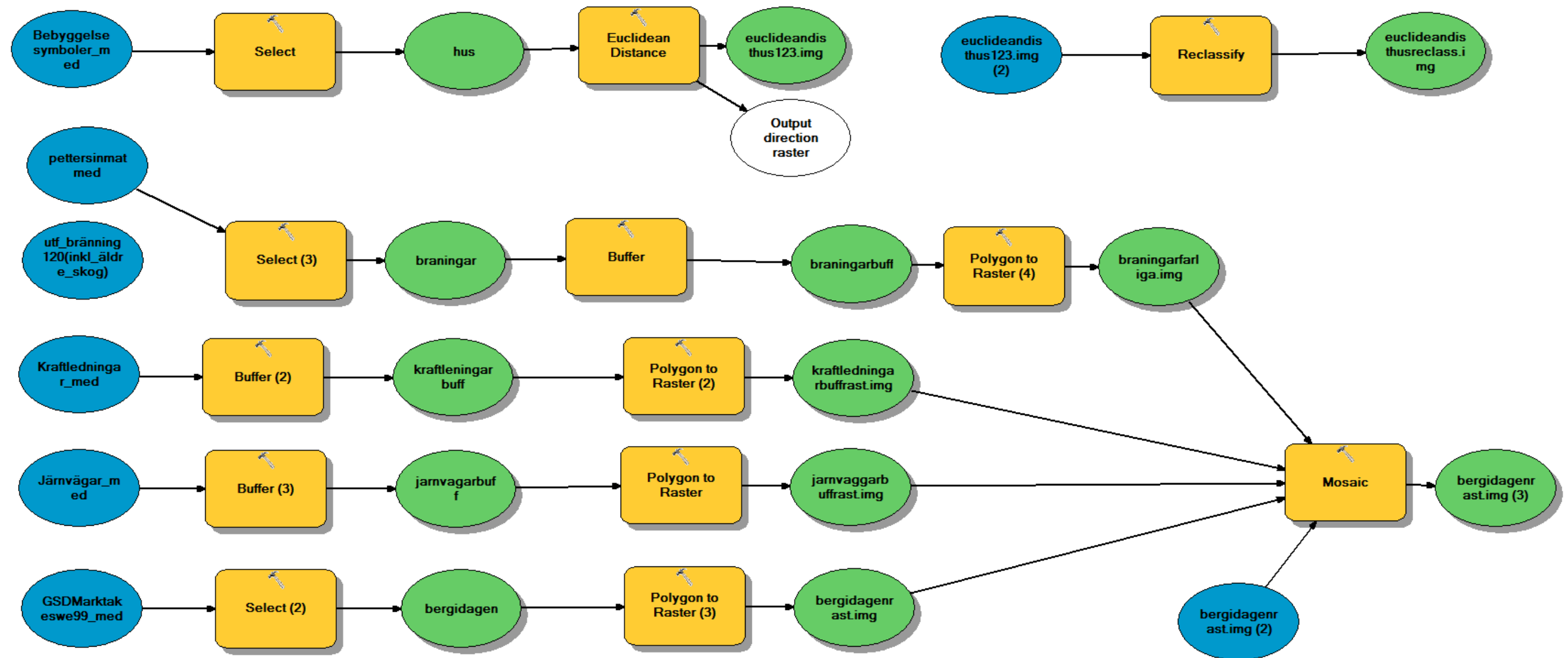


Figur 2. Aggregering runt hotspots i modellen.



Figur 3. Barriärmodulering i modellen.





Figur 6. Modulering av negativa barriärer i modellen.





## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2011:9 Författare: Anton Larsson  
Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige
- 2011:10 Författare: Hanna Lundin  
Lika oriktigt, som det är att ensidigt hålla på blädning lika förnuftsvidrigt är det att endast vilja förorda traktthuggning" – Tidiga kalhyggen i Norrland
- 2011:11 Författare: Ida Karlsson  
Brunnsröjning med kedjeröjsåg – effekter på kvarvarande bestånd
- 2011:12 Författare: Elsa Järvholm  
Högskärmor och kalhyggesfritt skogsbruk på bördig mark i Medelpad
- 2011:13 Författare: Susanne Wiik  
Kalkbarrskogar i Jämtland – vad karakteriserar de områden där kalkberoende mykorrhizasvampar förekommer?
- 2011:14 Författare: Andreas Nilsson  
Krymper barrmassaved vid lagring? – En fallstudie i SCA:s Tövasystem
- 2011:15 Författare: Steve Fahlgren  
Kärnvedsbildning i tall (*Pinus sylvestris* L.) – Startålder samt årlig tillväxt i Västerbotten
- 2011:16 Författare: Kerstin Frid  
Kan hamlingen fortleva som tradition? – en studie över hamlingens historia och framtid i Bråbygden med omnejd
- 
- 2012:1 Författare: Liisa Sars  
Röjningsformens effekt på den yttre kvalitén hos björkstammar när beståndet närmar sig första gallring
- 2012:2 Författare: Daniel Timblad  
Kvalitet och skador i tallungskog efter röjning vid olika stubbhöjder
- 2012:3 Författare: Aron Sandling  
Epiphytic lichen flora in a boreal forest chronosequence
- 2012:4 Författare: Elsa Bengtsson  
Leaf area index in *Vittelaria Paradoxa* parklands in Burkina Faso estimated by light interception and leaf sampling
- 2012:5 Författare: Tomas Jansson  
Estimation of reindeer lichen biomass by image analysis
- 2012:6 Författare: Axel Eriksson  
Röjningsformens effekt på tallens (*Pinus sylvestris* L.) tillväxt och kvalitetsegenskaper
- 2012:7 Författare: Björn Henningsson  
Inverkan av röjning och gödsling på mikrofibrillvinkeln i tallens (*Pinus sylvestris* L.) ungdomsved
- 2012:8 Författare: Sophie Casetou  
The inter- and intra- specific variability of charcoal traits in boreal ecosystems
- 2012:9 Författare: Andreas Hagenbo  
Allelopathic effects of *Calluna vulgaris* on *Pinus sylvestris* and *Populus tremula*

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)